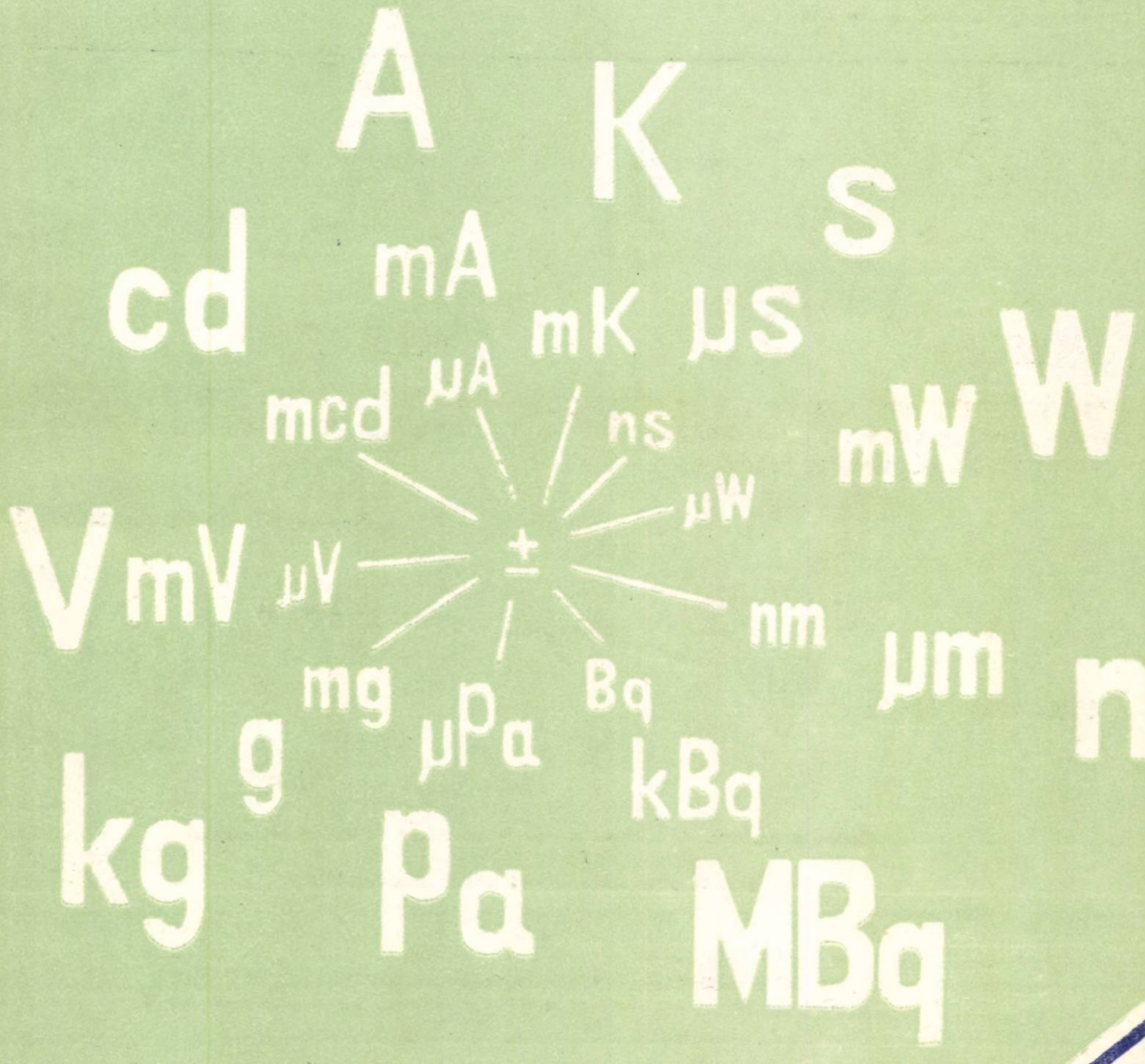
E 8225

INM Nr. 1/1993

metrologie



serie nouă

SUMMARY

KHUD RASMUSSEN : Acoustic Transfer Standards in Europe. Requirements and Achievements. . . 2

NICOLAE FÂNTÂNARU : On the Error of Transformation Coefficient of the Values Measured by Force Transducers 6

BRÂNDUȘA PANTELIMON, ADRIAN ZETREANU : Digital Instrument for Measuring Strains of Materials or Shifts. 9

NOTES

OFFICIAL PART

* * * OFFICIAL LIST — 1993 of the measuring instruments that are mandatorily submitted to the metrologic control of the state 14

SOMMAIRE

KNUD RASMUSSEN : Étalons de transfert acoustiques en Europe. Exigences et réalisations. . . . 2

NICOLAE FÂNTÂNARU : Sur le sujet du coefficient de transformation des valeurs mesurées avec traducteurs de force. 6

BRANDUȘA PANTELIMON, ADRIAN ZETREANU : Instrument numérique pour mesurer des tensions en matériaux or les déplacements. . . . 9

NOTES

PARTIE OFFICIELLE

* * * LISTE OFFICIELLE — 1993 des moyens de mesurage obligatoirement sujetés aux contrôle métrologique d'État. 14

REDACȚIA :

INSTITUTUL NAȚIONAL DE METROLOGIE
Șos Vitan-Bîrzești nr. 11, tel. 342060/191
344030/191 ; București; 75669

ADMINISTRAȚIA :

DIRECȚIA DE PRESĂ PENTRU PUBLICITATE ȘI TIPĂRITURI

Piața Presei Libere nr. 1, sector 1,
București. 71 341
Telefon : 177729, 176010 și 176080.
interior 2086 și 2483.

ISSN 1220—546 X

Cererile pentru abonamente vor fi adresate redacției în contul 309800201 BCR, filiala sector 4.
Costul unui abonament anual este 600 lei.

★

Cititorii din străinătate pot contracta abonamente prin : ILEXIM — Departamentul export-import presă, București, str. Decembrie nr. 3 P.O.B. 146—137 Telex 12226

★

Cererile pentru reclame în revistă vor fi înaintate Agenției de publicitate a DPPT Calea Victoriei 174 cont 645120608 BCR filiala sector 1

S.C. Universul S.A. c. 3749

METROLOGIE

INFORMÁCIÓS SZOLGÁLATI KÖZPONTI KÖNYVTÁR 1883 ORSZÁGOS MŰSZAKI

Publicaţie tehnico-ştiinţifică

editată de

INSTITUTUL NAŢIONAL DE METROLOGIE

SUMAR

KNUD RASMUSSEN : Etalcane acustice de transfer în Europa. Cerinţe şi realizări 2

NICOLAE FÂNTÂNARU : Cu privire la calcularea coeficientului de transformare a valorilor măsurate cu traductoare de forţă 6

BRÂNDUŞA PANTELIMON, ADRIAN ZETREANU : Aparat digital pentru măsurarea mărimilor ce produc deformaţii în materiale sau deplasări 9

NOTE

PARTEA OFICIALĂ

* * * LISTA OFICIALĂ — 1993 a mijloacelor de măsurare supuse obligatoriu controlului metrologic al statului 14

***

Colectivul de redacţie : fiz. Dragoş Boiciuc, Viorica Burciu *(secretar de redacţie)*, ing. chim. Mirela Buzoianu, ing. Gabriel Iordăchescu, fiz. Gheorghe Ispăşoiu, dr. ing. Aurel Millea *(redactor responsabil)*, ing. Ionel Urdea.

METROLOGIE, vol. XL (Serie nouă) nr. 1/1993, p. 1—48

Etaloane acustice de transfer în Europa. Cerinţe şi realizări

KNUD RASMUSSEN *

Abstract: *The opening of the Single Market requires a wellorganised system of traceability in Europe to the metrological quantities. The fundamental acoustic quantities and the most important derived quantities are discussed. The primary standard is defined as the reciprocity calibration technique and a number of transfer devices are identified. Finally, a traceability system among the National Metrology Institutes in Europe is outlined.*

Résumé : *L'ouvrage d'un marché unique exige un système organisé de tracebilité en Europe aux quantités métrologiques. On discute les unités fondamentaux acoustiques et les unités dérivées les plus importantes. L'étalon primaire est défini comme la téchnique d'étalonnage mutuel et on identifie un nombre d'appareils de transfer. Finalement, on conture un système de tracebilité entre les institutions métrologiques en Europe.*

Introducere

De-a lungul ultimelor decenii, integrarea europeană s-a dezvoltat pentru a se ajunge la momentul crucial, anul 1993, cînd Piaţa Unică Europeană devine o realitate. Schimbul liber de bunuri ce se aşteaptă a se realiza dincolo de graniţele dintre state va fi posibil numai în urma acceptării reciproce a metodelor de testare şi a rezultatelor testărilor provenite de la laboratoarele acreditate din diferite ţări. Aceasta, la rîndul său, reclamă cooperarea în domeniul mărimilor de bază şi un sistem determinat de trasabilitate pentru aceste mărimi.

În domeniul Acusticii majoritatea laboratoarelor de metrologie din Europa au o îndelungată tradiţie de cooperare în cadrul Comitetului Tehnic CEI 29 : Electroacustică, dar această cooperare este mai mult neoficială şi numai rareori implica şi intercomparări etc.

În cadrul Comunităţii Europene (CE) un număr de intercomparări, dezvoltări de metode de testare etc. au fost efectuate în cadrul programului de metrologie aplicată organizat de BCR (Community Bureau of Reference). Acest program acoperă de asemenea acustica fundamentală, întrucît domeniul acustic în general este considerat mai degrabă ca metrologie aplicată decît ca metrologie fundamentală.

În 1988, EUROMET a fost desemnat ca forum al institutelor naţionale de metrologie în CE (Comunitatea Europeană) şi EFTA (Asociaţia Europeană a Liberului Schimb). Obiectivul EUROMET este promovarea coordonării activităţilor şi serviciilor metrologice cu scopul de a optimiza utilizarea resurselor şi serviciilor şi de a le face accesibile tuturor membrilor. Cooperarea în cadrul EUROMET pe probleme de acustică este organizată prin intermediul întîlnirilor periodice ale unor persoane de contact din fiecare ţară membră.

Mărimi metrologice

Sunetul aerian este caracterizat prin relaţia lui strînsă cu percepţia subiectivă a omului şi principalele eforturi în domeniul sunetului aerian sînt legate de intervalul de frecvenţe audibile, între 16 Hz ... 16 kHz (sau 20 Hz... 20 kHz). Un accent mai mic se pune pe infrasunete şi ultrasunete deşi acestea sînt produse chiar în cadrul unor procese industriale.

Cu toate că undele sonore sînt fenomene fizice măsurabile prin metode obiective, metodele de măsurare şi utilizare a rezultatelor măsurării reflectă însăşi natura subiectivă a proprietăţilor auzului uman. În special poluarea sonoră, expunerea la zgomot în halele industriale, traficul, emisia sonoră a utilajelor sau a fabricilor etc. sînt adesea supuse restricţiilor legale şi de aici decurge necesitatea etalonării şi a trasabilităţii la anumite mărimi acustice. Aceste mărimi sînt fundamental fizice, dar unele dintre ele se referă la percepţia subiectivă.

Mărimi fizice

Mărimile acustice fundamentale ale cîmpului sonor sînt : presiunea acustică (Pa) şi viteza particulei (m/s).

Mărimile corelate sînt derivate din mărimile fundamentale. Raportul variabilelor constituie o mărime de tip impedanţă iar produsul lor una de tip energie.

Produsul variabilelor poate fi mai departe mediat în timp şi/sau spaţiu. Cele mai importante mărimi derivate sînt : intensitatea acustică (W/m) şi puterea acustică (W).

În prezent singura mărime care poate fi măsurată direct cu o precizie acceptabilă este presiunea acustică.

Presiunea acustică, în pascali, se determină indirect prin etalonarea microfoanelor etalon de laborator, altfel spus, prin determinarea sensibilităţii microfoanelor în volt pe pascal. Astfel, presiunea acustică se determină actualmente prin măsurarea tensiunii alternative de ieşire a microfonului etalon. Etalonarea primară a microfoanelor se rea-

---

* Articolul a fost publicat în „PTB Mitteilungen" vol 102, nr. 4/1992

** The Aconstics Laboratory, Technical University of Denmark, Building 32, DK—2800 Lyngby

lizează utilizînd tehnica reciprocității care permite ca această etalonare să se raporteze la o determinare a frecvenței, tensiunii, impedanței electrice și lungimii (volumului). În condiții optime această metodă conduce la o repetabilitate între 0,001...0,02 dB (2σ) în intervalul de frecvență 30 Hz ... 20 kHz. Incertitudinea absolută este de circa 0,03...0,05 dB la frecvențe medii și crește pînă la 0,1 dB la frecvențe înalte.

Viteza particulelor nu poate fi măsurată direct cu o precizie acceptabilă în metrologie, dar poate fi derivată direct din măsurarea gradientului presiunii acustice prin intermediul a două microfoane plasate unul în apropierea celuilalt. O altă metodă este aceea de a măsura efectul Doppler observat în unda ultrasonică care se propagă în cîmpul sonor au ibil.

Intensitatea acustică (media în timp a produsului dintre presiunea acustică instantanee și viteza instantanee a particulei) este de asemenea determinată în mod obișnuit prin intermediul a două microfoane strîns cuplate. Suma instantanee a semnalelor celor două microfoane reprezintă presiunea acustică, iar diferența reprezintă gradientul de presiune sau, cu alte cuvinte, viteza particulei. Măsurarea intensității acustice se face în mare măsură cu aparatură digitală, pentru obținerea mediei temporale a produsului instantaneu al presiunii și vitezei. Tehnica respectivă este relativ nouă și în continuă dezvoltare. În termeni metrologici, intensitatea acustică se bazează, de asemenea, pe etalonarea microfoanelor, deși pentru aceasta se recurge la funcția de transfer complexă. Cu toate acestea, de vreme ce funcția complexă de transfer a unui microfon fixat aproape de un al doilea microfon, nu poate fi calculată pornind de la etalonarea unui singur microfon, este necesară o tehnică separată de etalonare a sondei pentru intensimetrie acustică. Pe moment nu există o astfel de metodă general acceptată, dar există cercetări în curs. Metoda utilizată astăzi este realizată mai curînd ca o verificare decît ca o etalonare. În CE un proiect de dezvoltare a metodelor de etalonare a început în 1990, finanțat de BCR.

Puterea acustică poate fi determinată fie prin medierea spațială a presiunii acustice pătratice, fie prin medierea pe suprafață a intensității acustice, utilizînd relația dintre puterea emisă, presiunea acustică și proprietățile mediului (aerului) din încăperea unde au loc determinările. Nu există metode directe și astfel chiar și determinarea puterii acustice de[illegible]presiunii acustice (sa[illegible]

[illegible]

beraţie), determinînd în acest fel o etalonare a microfonului etalon, fie în condiții de cîmp liber, fie în condiții de cîmp difuz.

Din cele de mai sus se subînțelege că toate mărimile fizice se bazează pe măsurarea presiunii acustice utilizînd un microfon. În acest fel etalonarea microfoanelor etalon de laborator și transmiterea unității sînt cele mai importante sarcini ale unui INM (Institut Național de Metrologie).

Pentru un anumit tip de microfon, diferența dintre sensibilitatea în presiune și cea în cîmp liber sau cîmp difuz depinde numai de condițiile geometrice. O dată determinată, această diferență poate fi aplicată la toate microfoanele de același tip. Cîtă vreme microfoanele etalon sînt în curs de perfecționare este necesar ca în permanență să se determine sensibilitatea în cîmp liber și în cîmp difuz și să se stabilească corecția standard corespunzătoare pentru sensibilitatea în presiune.

Mărimi audiologice

Pe lîngă mărimile fizice, o mare importanță o are și percepția umană a sunetelor. Auzul uman oferă un canal vital de comunicare. Vîrsta, condițiile de lucru și numeroase maladii afectează capacitatea auditivă și conduc la pierderea auzului.

Pentru a determina pierderea auditivă este nevoie de o referință. Pragul auditiv și curbele de egal contur fiind standardizate față de anumite niveluri de presiune acustică funcție de frecvență, se impune în consecință o asemenea referință. Audiometria tonală, bazată pe aceste niveluri de referință, reprezintă un instrument esențial în diagnoza pierderior auditive.

Audiometria tonală umană transmite sunetul spre ureche prin intermediul căștilor. În contrast cu aceasta, audiometria tonală în cîmp liber nu este foarte sigură. Și totuși audiometria în cîmp liber utilizînd tonuri modulate în frecvență sau zgomot de bandă îngustă s-a dovedit a fi mai sigură. Din păcate nici curbele de egal contur n-au fost determinate pentru asemenea semnale. De asemenea, datorită îmbunătățirii tehnicii de măsurare, părți din vechiul set de referință s-au dovedit improprii și din această cauză este necesar să se stabilească un nou set de referințe audiologice. Incertitudinea la stabilirea acestor referințe este destul de mare, dar și ele se bazează pe determinarea presiunii acustice absolute.

Etaloane primare

Un aspect important al domeniului acustic [illegible]te că pentru acesta nu există etalonare pri[illegible] nici etaloane de transfer

strict definite. Toate mărimile metrologice se determină numai prin intermediul traductoarelor care transformă mărimea în semnale electrice. Fragilitatea și instabilitatea acestor traductoare împiedică desemnarea traductoarelor ca etaloane primare. În schimb, metodele de etalonare cum ar fi tehnicile de etalonare prin metoda reciprocității în presiune și în cîmp liber pot fi considerate ca etalon primar. Trasabilitatea este asigurată prin intercomparareа metodelor și a instalațiilor la diferite INM-uri utilizînd un număr de traductoare stabilite ca etaloane de transfer. Tehnica de etalonare prin metoda reciprocității este descrisă în CEI 1094—2 și CEI 1094—3 (în pregătire). Într-un interval restrîns de frecvență (200...2000 Hz) și pentru tipul LS1P de microfoane, dispersia etalonării în frecvența la cele mai importante INM-uri este de ordinul a 0,02 dB (2σ) la determinarea sensibilității în presiune folosind tehnica reciprocității. Incertitudini mai mari rezultă din etalonarea în cîmp liber sau cîmp difuz.

Prin nici o altă tehnică nu a fost pînă acum posibil să se asigure o incertitudine mai mică la determinarea presiunii acustice.

Etaloane de transfer

În mod normal determinarea presiunii acustice ar trebui să ofere întreaga informație necesară din punct de vedere metrologic. Totuși, în metrologia aplicată și în testarea practică a echipamentelor și a materialelor se utilizează etaloane de transfer pentru ușurarea măsurărilor.

Presiunea acustică

După cum am mai menționat, microfoanele etalon de laborator sînt utilizate ca etaloane de transfer între INM-uri pentru menținerea trasabilității reciproce, dar ele sînt adeseori utilizate ca etaloane de referință sau de lucru în laboratoarele importante sau la beneficiar. Cînd sînt folosite ca etaloane de referință sau de lucru, microfoanele sînt de obicei etalonate la un INM utilizînd tehnica de etalonare prin metoda reciprocității. Specificațiile pentru aceste microfoane sînt date în CEI 1094—1. Pentru acoperirea intervalului de frecvență pînă la 40 kHz și a nivelurilor de presiune acustică pînă la 145 dB (20 μPa) sînt specificate două tipuri de microfoane. În plus, pistonfoanele și calibratoarele acustice sînt utilizate în general ca etaloane de transfer către utilizatori pentru a face o verificare finală a etalonării întregului lanț de măsurare înainte (și după) ce au fost efectuate măsurările. Aceste etaloane sînt în mal etalonate ele însele cu un microfon etalon de laborator. Specificațiile pentru calibratoarele acustice sînt date în CEI 942. Pentru tipul 0 eroarea tolerată pentru presiunea acustică nominală este — 0,15 dB (1,5%) iar stabilitatea trebuie să fie — 0,05 dB (0,5%).

Intensitatea acustică

Intensitatea acustică se determină cu ajutorul a două microfoane cuplate strîns (sondă intensimetrică), iar specificațiile pentru această sondă și sistemul aferent de măsurare vor apare într-o publicație CEI (în prezent în stadiu de proiect). Există variante speciale ale unui calibrator acustic care să pună în funcțiune ambele microfoane din sonda intensimetrică, dar ele sînt în principiu destinate unor sonde specifice și servesc numai ca instrument de etalonare in — situ pentru utilizatorul final al instrumentului.

Puterea acustică

Mecanismul director în CE și diversele standarde CEN/ISO pretind declararea zgomotului aproape al tuturor echipamentelor viitoare. O mare parte a acestor echipamente nu poate fi deplasată în diverse camere de testare și de aceea este mare nevoie de un etalon de transfer care să emită o putere acustică cunoscută astfel încît să se poată realiza o măsurare comparativă in — situ. O asemenea sursă de putere acustică de referință este descrisă în ISO 6926 și un proiect recent al BCR studiază metodele de etalonare și incertitudinea obținută cînd se utilizează aceste surse.

Alte mărimi derivate

În domeniul audiologiei se utilizează o serie de etaloane de transfer cum ar fi cuploare acustice, simulatoare de ureche, mastoide, simulatoare de cap și de tors (manechin) care sînt definite în diferite standarde CEI. Căștile audiometrice etalon servesc de asemenea ca etaloane de transfer. Toate acestea sînt de o mare importanță pentru etalonarea audiometrelor etc.

Un alt domeniu de o mare importanță financiară îl reprezintă acustica construcțiilor. În mod normal toate [illegible] în acest domeniu sînt bazate [illegible] acustice, timpul[illegible] camer[illegible] fi

misie pentru măsurarea izolației acustice a pereților etc. Deși specificațiile de bază pentru aceste camere de măsurare sînt date în standardele ISO, camerele de măsurare diferă în funcție de teste și de laboratoare. În ultimii circa 10 ani s-a efectuat un număr crescînd de intercomparări între laboratoarele europene de testare (incluzînd INM) unde mostrele sau materialele de referință, cum ar fi o fereastră sau ușă, au circulat între laboratoarele participante. Asemenea materiale de referință servesc ca obiect de transfer utilizat pentru etalonarea încăperilor de măsurare și a aparaturii de măsurare utilizate în diferite laboratoare de testare.

Trasabilitate

Un aspect caracteristic în acustică este că s-a depus un efort deosebit pentru dezvoltarea și descrierea metodelor de etalonare și măsurare a traductoarelor și aparatelor (microfoane, căști, cuploare, surse de referință etc . Aceasta permite oricărui laborator suficient de bine echipat sub raportul dotării și personalului să-și stabilească propriile referințe metrologice. Recunoașterea reciprocă a rezultatelor este atunci stabilită prin intercompararea etalonărilor între laboratoare.

Un alt aspect este că incertitudinea etalonării microfonului etalon de laborator în principalele INM-uri este de cca. 0,03 dB (2σ), în timp ce citirea pe un sonometru de clasă 0 trebuie să aibă precizia în intervalul $\pm$ 0,4 dB în condiții de referință. Chiar dacă cele mai multe dintre aceste incertitudini pot fi puse pe seama etalonării microfoanelor, intervalul dintre stabilirea incertitudinii la INM și cerința utilizatorului final al echipamentului de măsurare este destul de mic și nu admite un lanț lung al laboratoarelor de etalonare în transmiterea etalonării microfoanelor.

Instituirea trasabilității în Europa se bazează pe cîteva INM-uri importante (laboratoare primare implicate în cercetarea și dezvoltarea continuă privind realizarea unității de bază, presiunea acustică și a unităților derivate, intensitatea și puterea acustică. Un număr de laboratoare de etalonare locale (laboratoare de referință) vor trebui să mențină un nivel ridicat de etalonare în cadrul intercomparărilor periodice cu laboratoarele primare. Aceste laboratoare primare și laboratoare de referință (secundare) oferă servicii de etalonare tuturor laboratoarelor acreditate din zonă. Dacă este cazul, un laborator primar va purta responsabilitatea oferirii de servicii de etalonare laboratoarelor acreditate dintr-o altă zonă, în urma unei înțelegeri mutuale. Astfel de servicii au fost deja organizate prin EUROMET în alte domenii.

Trasabilitatea între laboratoarele primare și cele secundare va fi asigurată prin diferite etaloane de transfer cum ar fi microfoanele etalon de laborator și, cînd e cazul, prin cursuri de instruire.

Trasabilitatea presiunii acustice va fi obținută prin etalonări în presiune prin metoda reciprocității, majoritatea laboratoarelor secundare utilizînd echipamente de etalonare prin metoda reciprocității disponibile comercial. Cu toate acestea, se pot utiliza numai microfoanele specifice în CEI 1094—1. De asemenea, etalonarea în cîmp liber a acelorași microfoane va trebui asigurată prin laboratoarele primare.

Transmiterea etalonării de la laboratoarele primare și secundare către laboratoarele acreditate se realizează la diferite niveluri, de exemplu, etalonarea în presiune a microfoanelor prin tehnica reciprocității în cuploare închise, etalonarea în cîmp liber a oricăror microfoane prin tehnica intercomparării, utilizarea calibratoarelor acustice și a pistonfoanelor, a surselor etalon de putere acustică, toate tipurile de etaloane de transfer pentru domeniul audiologic etc.

Trasabilitatea între diferite laboratoare europene nu a fost încă confirmată printr-o intercomparare recentă privind unitățile menționate mai sus. Era de așteptat ca la sfîrșitul anului 1992 trasabilitatea etalonării în presiune și în cîmp liber a microfoanelor etalon de laborator de tip LSI și LS2 specificate în CEI 1094—1 să fie introdusă între unele INM-uri. De asemenea metodele de etalonare a calibratoarelor acustice, a surselor etalon de putere acustică și a sondelor intensimetrice să fie adoptate prin proiecte finanțate de BCR. În domeniul audiologic există o cerere crescîndă pentru etalonarea căștilor audiometrice și o intercomparare organizată urmează să înceapă în viitorul apropiat în cadrul INM-urilor.

Se recomandă călduros ca toate laboratoarele primare și secundare (toate INM-urile) să adere în viitor la planuri de intercomparare pentru etalonarea în presiune a microfoanele de tip LS1 și LS2, pentru a menține trasabilitatea riguroasă la unitatea de bază, presiunea acustică. O asemenea intercomparare ar putea fi organizată sub auspiciile BCR sau EUROMET utilizînd microfoanele din dotarea actuală a BCR. Într-o etapă ulterioară, ar putea fi stabilită și trasabilitatea la unitățile derivate, unde este cazul.

Cu privire la eroarea coeficientului de transformare a valorilor măsurate cu traductoare de forţă

NICOLAE FÂNTÂNARU*)

Abstract: *The transformation coefficient is defined as the quotient of the applied charge and the output signal brought to the origin. The error of the transformation coefficient is given by the difference between the measured and nominal values of this coefficient. The (percent) error of transformation coefficient of the values measured with six force-transducers is experimentally determined evidencing the exceeding of the permissible error for five of the six transducers as a result of a long period of use.*

Résumé: *Le coefficient de transformation est défini comme le rapport de la change appliquée et du signal apporté à l'origine. L'erreur du coefficient de transformation est donné par la différence entre la valeur mesurée et la valeur nominale de cet coefficient. On détermine expérimentalement l'erreur (en pour-cents) du coefficient de transformation des valeurs mesurées par six traducteurs de force mettant en evidence le depassement des valeurs tolérées au cinq des six traducteurs essayés comme conséquence de la longue période d'utilisation.*

1. Definiţia coeficientului

Coeficientul de transformare k se defineşte ca raportul dintre valoarea sarcinii aplicate F şi valoarea medie a semnalului de ieşire $\bar{c}$ corespunzător acestei sarcini: $k = F/\bar{c}$ (kN/μm/m, kgf/μm/m), semnalul de ieşire fiind adus în origine. Utilitatea acestui coeficient constă în ceea că, înmulţind indicaţia punţii tensometrice (calculată în origine) cu valoarea acestui coeficient, se obţine valoarea forţei în unităţi de forţă: $F = k\bar{c}$ (kN, kgf).

Tabelul 1

Caracteristicile traductoarelor încercate

Nr. crt.	Traductorul Philips examinat			Sarcina nominală F_n		Coeficientul de transformare nominal k_n
	Nr. D	Tip PR	Solicitarea	kN	kgf	kgf/μm/m
1	1009	9227/05	Tracţiune	4,90	500	0,25
2	802	9227/20		19,61	2000	1
3	1327	9226/02	Compresiune	19,61	2000	1
4	1352					
5	955	9226/05		49,03	5000	2,5
6	1013					

În cazul traductoarelor *Philips* tip PR 9227 şi PR 9226, asociate cu puntea *Philips* tip PR 9302 pentru măsurarea forţelor [2], fabricantul indică aplicarea unui coeficient de transformare (nominal) k_n dat în tabelul 1. Valoarea acestui coeficient rezultă din construcţia traductoarelor care au constanta de calibrare nominală de 1 mV/V, respectiv un semnal de ieşire (adus în origine) de 2000 μm/m la sarcina nominală F_n, oricare ar fi aceasta [1].

În tabelul 2 se descriu parametrii metrologici determinaţi în scopul obţinerii erorii procentuale e_k a coeficientului de transformare, iar în fig. 1 este reprezentată variaţia valorilor

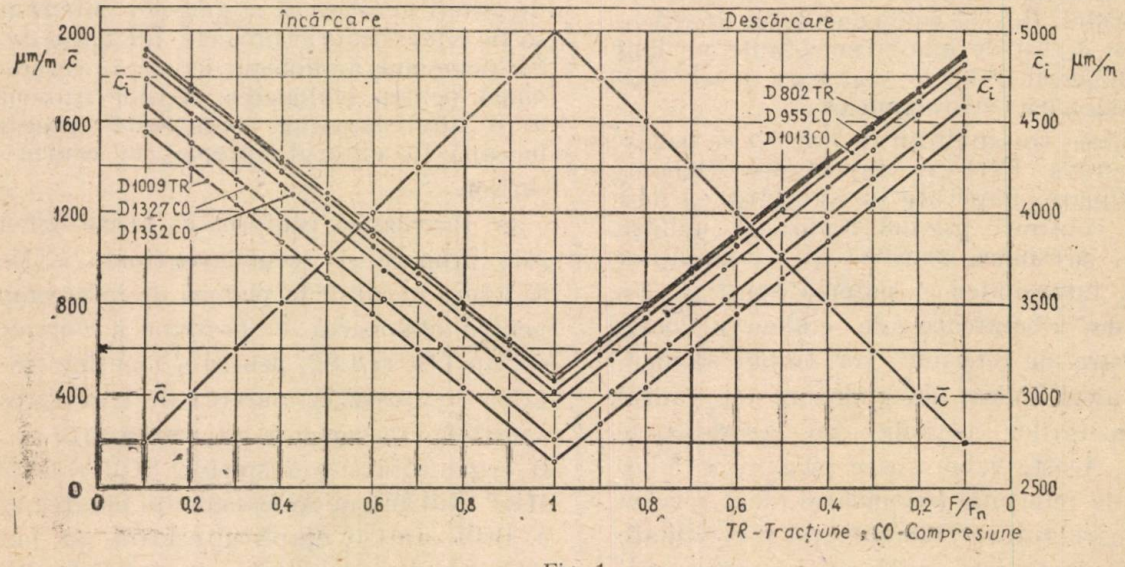


Fig. 1

* Institutul Naţional de Metrologie, Laboratorul Forţe-Duritãţi, Timişoara 4, str. Crizantemelor nr. 64

medii a semnalelor de ieşire citite la puntea tensometrică $\bar{c}_i$, precum şi valoarea medie a semnalului de ieşire adusă în origine $\bar{c}$, care practic, la această scară, se suprapune pentru toate cele şase traductoare încercate, după cum rezultă din fig. 1.

2. Încercările efectuate

Încercarea traductoarelor menţionate în tabelul 1 s-a executat la maşina etalon cu încărcări directe de 50 kN, cu incertitudinea de $5 \cdot 10^{-5}$. Clasa de exactitate a acestor traductoare fiind 0,5, raportul de exactitate la transmiterea unităţii de măsură a forţei rezultă [4 ; 5] : clasă traductor/clasă etalon = $0{,}5\%/5 \cdot 10^{-5} \cdot 100\ \% = 100$, valoarea minimă care trebuie asigurată acestui raport fiind în general 10.

Traductoarele s-au încercat la zece trepte de sarcină uniform repartizate pe intervalul de măsurare, cu excepţia traductoarelor D 1327 şi D 1352 care s-au încercat la nouă trepte de sarcină, amănunte menţionate într-o lucrare anterioară [3]. Treptele de sarcină s-au aplicat în sens crescător pînă la sarcina nominală F_n, iar de aici în sens descrescător pînă la zero. Fiecare treaptă de sarcină s-a aplicat de cîte şase ori în aceleaşi condiţii.

3. Rezultatele obţinute

Determinarea erorii coeficientului de transformare s-a efectuat după formula din tabelul 2 pe cale analitică. Rezultatele obţinute sînt cuprinse în tabelul 3 pentru primul traductor încercat (D 1009) şi în tabele similare pentru celelalte traductoare. Cu ajutorul datelor din aceste tabele, în fig. 2 s-a reprezentat variaţia erorii procentuale a coeficientului de transformare în funcţie de sensul aplicării forţei (încărcare-descărcare) şi de natura solicitării (tracţiune-compresiune). În partea din dreapta a fig. 2 s-a reprezentat şi delimitarea intervalului de variaţie al acestor erori corespunzătoare întregului interval de măsurare, pentru tragerea unor concluzii, după cum urmează.

3.1 *Dependenţa erorii e_k de sensul aplicării forţei*

La încărcare, eroarea e_k variază în intervalul (−0,38 ... 0,52) % pentru traductoarele D 1009, D 1352 şi D 955, respectiv în intervalul (−2,77 ... 0,89) % pentru traductoarele D 802, D 1327 şi D 1013 care depăşesc clasa de exactitate 0,5.

La descărcare, eroarea e_k variază în intervalul (−6,85 ...0,76)% depăşind vizibil clasa de exactitate, cu excepţia traductorului D 1009 la care variază în intervalul (−0,35 ... 0,02) %.

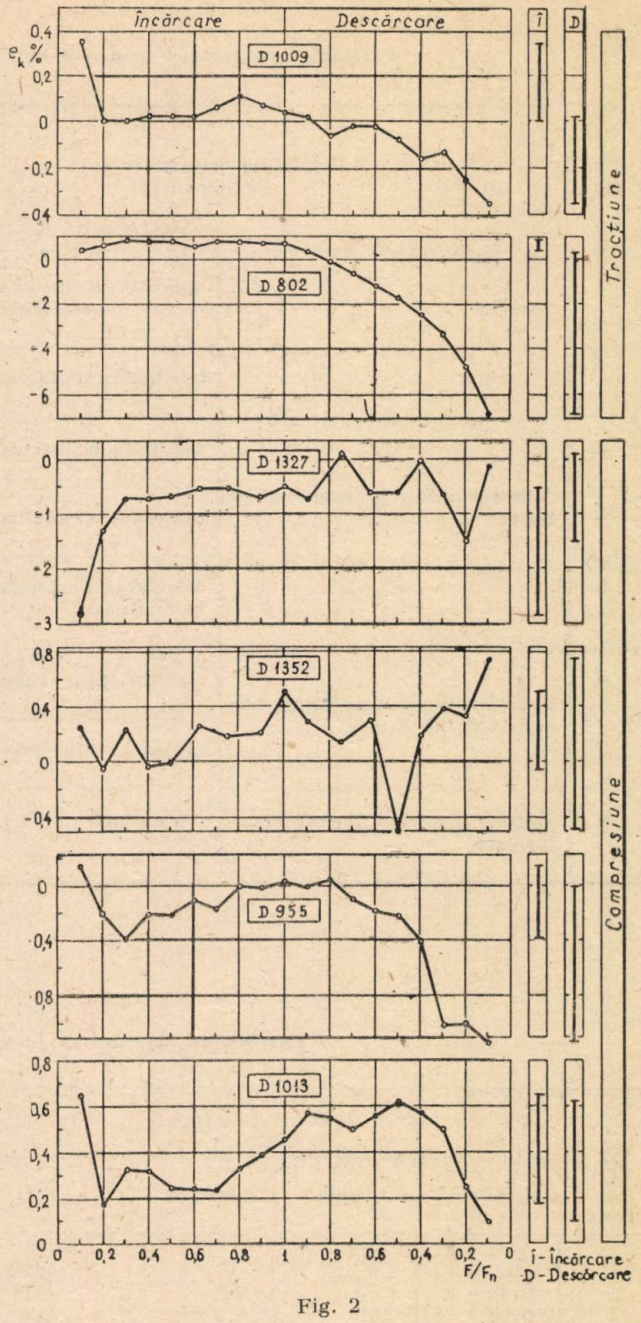


Fig. 2

3.2. *Dependenţa erorii e_k de natura solicitării*

La tracţiune, eroarea e_k variază în intervalul (−0,35 ...0,35) % la traductorul D 1009, respectiv în intervalul (−6,85 ...0,89) % la traductorul D 802 care depăşeşte cu mult clasa de exactitate.

La compresiune, eroarea e_k variază în intervalul (−2,77 ...0,76)%, toate cele patru traductoare depăşind clasa de exactitate.

Concluzii

Eroarea coeficientului de transformare a traductoarelor încercate înregistrează în ansamblu valori în intervalul (−6,85 ...0,89) %

Tabelul 2

Parametrii metrologici pentru definirea erorii coeficientului de transformare

Nr. crt.	Denumirea parametrului metrologic		U/M	Simbolul și relația de calcul
1	Sarcina	aplicată la încărcarea (descărcarea) traductorului	kN; kgf	F
2		nominală a traductorului		
3	Valoarea medie a semnalului de ieșire	măsurată la sarcina zero	$\frac{\mu m}{m}$	F_n
4		măsurată la sarcina F		$\bar{c}_0$
5		calculată la sarcina F (adusă în origine)		$\bar{c}_i$ $\bar{c} = \bar{c}_0 - \bar{c}_i$
6	Coeficientul de transformare la orice sarcină $F \leqslant F_n$	rezultat (din valori măsurate)	$\frac{kN}{\mu m/m}$	$k = \frac{F}{\bar{c}}$
7		nominal (din prospect)	$\frac{kgf}{\mu m/m}$	k_n
8	Eroarea coeficientului de transformare	procentuală	%	$e_k = \frac{k - k_n}{k_n} \cdot 100$

Tabelul 3

Rezultatele obținute la încercarea traductorului D 1009

Nr. crt.	F		F/F_n	μm/m		$\frac{kgf}{\mu m/m}$	%
	kN	kgf	kN/kN	$\bar{c}_i$	$\bar{c}$	k	e_k
1	0	0	0	4640,0	0	—	—
2	0,49	50	0,1	4441,7	199,3	0,25088	0,35
3	0,98	100	0,2	4240,0	400,0	0,25000	0
4	1,47	150	0,3	4039,7	600,0	0,25000	0
5	1,96	200	0,4	3840,0	799,8	0,25006	0,02
6	2,45	250	0,5	3640,0	999,8	0,25005	0,02
7	2,94	300	0,6	3440,0	1199,7	0,25006	0,02
8	3,43	350	0,7	3241,0	1399,2	0,25014	0,06
9	3,92	400	0,8	3042,3	1598,3	0,25027	0,10
10	4,41	450	0,9	2842,0	1798,7	0,25018	0,07
11	4,90	500	1,0	2641,3	1999,2	0,25010	0,04
12	4,41	450	0,9	2840,3	1799,7	0,25004	0,02
13	3,92	400	0,8	3038,7	1601,0	0,24984	−0,06
14	3,43	350	0,7	3239,3	1400,3	0,24995	−0,02
15	2,94	300	0,6	3440,0	1200,2	0,24996	−0,02
16	2,45	250	0,5	3640,0	1000,8	0,24980	−0,08
17	1,96	200	0,4	3838,7	801,3	0,24959	−0,16
18	1,47	150	0,3	4039,0	600,8	0,24967	−0,13
19	0,98	100	0,2	4239,0	401,0	0,24938	−0,25
20	0,49	50	0,1	4439,0	200,7	0,24913	−0,35
21	0	0	0	4639,7	0,3	—	—

depășind vizibil clasa de exactitate, excepție făcînd traductorul D 1009 cu intervalul (−0,35 ...0,35) %. În concluzie, cinci din cele șase traductoare încercate sînt improprii măsurării forței prin utilizarea coeficientului de transformare, impunîndu-se repararea și reetalonarea lor.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Constantinescu I. N., Ștefănescu D. M., Sandu M. A.* Măsurarea mărimilor mecanice cu ajutorul tensometriei. Editura Tehnică, București 1989

[2] Doza Philips PR 9227 pentru forțe de întindere și doza Philips PR 9226 pentru forțe de comprimare. Prospecte ale firmei Philips/Eindhoven

[3] *Fântânaru N.* Repetabilitatea valorilor măsurate cu traductoare de forță. Calitate, fiabilitate, metrologie. nr. 7—8/1990, p. 258—263

[4] *Millea A.* Cartea metrologului-Metrologie generală Editura Tehnică, București 1985

[5] *Millea A.* Exactitatea, justețea și fidelitatea măsurărilor (pe marginea standardului internațional ISO—DIS 5725—1). Metrologie, nr. 2/1991, p. 53.

Aparat digital pentru măsurarea mărimilor ce produc deformații în materiale sau deplasări

*BRÂNDUȘA PANTELIMON *, ADRIAN ZETREANU ***

Abstract: *The work presents a solution for realizing a digital instrument for measuring strains of materials, or shifts using tensometric transducers. The advantages of this solution, which eliminates the inconvenients of analogic tensometers, consist of a good measuring accuracy, higher sensibility, multiple measuring posibilities, reduced dimensions and a simplicity and facility in exploatation.*

Résumé: *L'ouvrage présente une solution pour réaliser un instrument numerique pour mesurer des tensions en matériaux or les déplacements en utilisant des traducteurs tensiométriques. Les avantages de cette solution qui élimine les inconvénients des tensiométres analogiques sont: bonne précision du mesurage, plus haute sensibilité, possibilités multiples de mesurage, dimensions réduites, simpleté et légereté d'exploitation.*

Aparatul realizat necesită, pentru convertirea mărimii mecanice de măsurat în mărime electrică, un traductor tensiometric.

Aparatul poate măsura cu traductoare : rezistive, inductive sau capacitive. Deoarece sub acțiunea mărimii de măsurat are loc o modificare de stare a traductorului, care, fiind o consecință a unor legi fizice cunoscute teoretic sau experimental, conține informația necesară determinării valorii acestei mărimi, este necesar ca traductoarele să aibă anumite caracteristici statice și dinamice : dependență liniară a funcției de intrare-ieșire, adaptabilitate la mărimea de măsurat și influență redusă asupra procesului măsurat, sensibilitate mare a traductorului, influență redusă din partea mediului.

Aparatul funcționează după schema bloc din fig. 1.

Generatorul de semnal compus din oscilatorul 4 (oscilator LC tip *Colpits*, cu o bună stabilitate a frecvenței) ce generează un semnal sinusoidal cu frecvența de 5 kHz și amplificatorul de putere 5 care amplifică acest semnal la nivelul necesar alimentării punții de măsurare 1. Semnalul sinusoidal pentru circuitul de etalonare și pentru demodulator este captat tot de la generator.

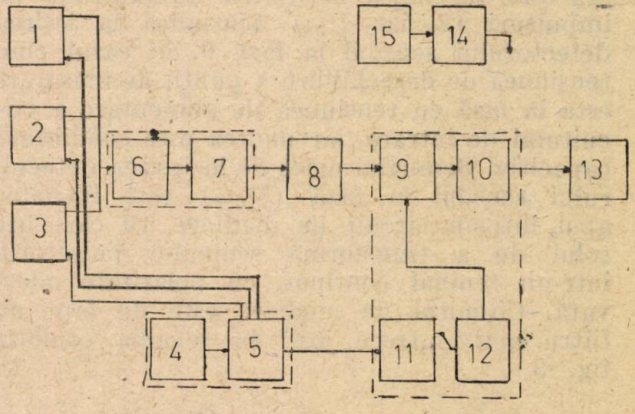


Fig. 1 Schema bloc a aparatului

Semnalul preluat de pe diagonala de măsurare a punții 1, care poate fi cu 1 ; 2 sau 4 traductoare, este introdus într-un preamplificator compus din amplificatorul de intrare 6, care este un amplificator diferențial ales pentru a rejecta eventualele perturbații ce apar în modul comun și filtrul „trece jos" 7 care „curăță" semnalul de eventualele armonici sau zgomote. Semnalul este apoi introdus

* Universitatea Politehnică București, Splaiul Independenței 313

** Intreprinderea Semănătoarea S.A., Splaiul Independenței

în amplificatorul final 8 care îl ridică la nivelul necesar acţionării demodelatorului compus din blocurile 9 ; 10 ; 11 ; 12.

Blocul 11 este un circuit defazor RC, alimentat cu semnal sinusoidal de la generator şi oferă două semnale defazate cu 90°, necesare în momentul echilibrării capacitive a aparatului cu ajutorul circuitului de echilibrare capacitivă 3. Blocul 12 este un formator de impulsuri (triqqer *Schmidt*) care generează impulsurile necesare acţionării detectorului sensibil la fază 9 ca în fig. 2, în care : U_{AF} este

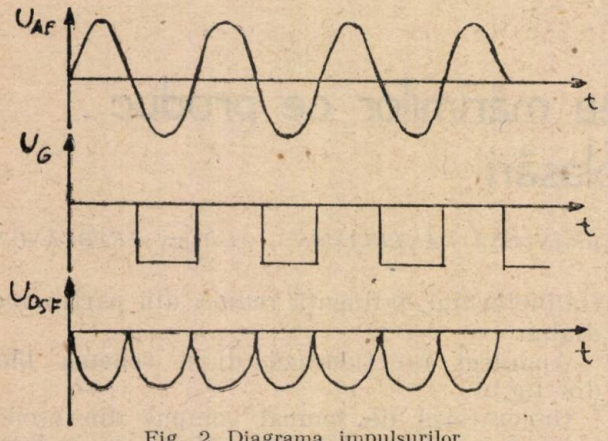


Fig. 2 Diagrama impulsurilor

tensiunea la ieşirea amplificatorului final 8, U_G este tensiunea la ieşirea formatorului de impulsuri 12, iar U_{DSF} tensiunea la ieşirea detectorului sensibil la fază 9, în cazul cînd tensiunea de dezechilibru a punţii de măsurare este în fază cu tensiunea de alimentare a circuitului de intrare, iar puntea este echilibrată capacitiv. Semnalul cules de la ieşirea detectorului sensibil la fază (U_{DSF}) este introdus apoi într-un circuit de mediere 10 care are rolul de a transforma semnalul pulsatoriu într-un semnal continuu cu polaritate adecvată. Circuitul de mediere este de fapt un filtru activ „trece jos" cu schema conform fig. 3 :

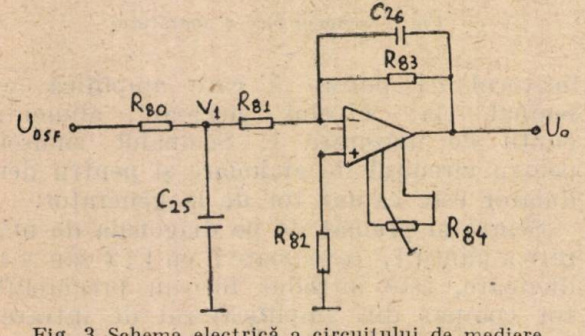


Fig. 3 Schema electrică a circuitului de mediere

Filtrul are următoarea funcţie de transfer :

$$\frac{U_{DSF}}{R_{80}} = V_1\, j\omega C_{25} + \frac{V_1}{R_{81}} \qquad (1)$$

$$V_1 = \frac{R_{81}U_{DSF}}{R_{80} + R_{81} + j\omega C_{25} \cdot R_{80} \cdot R_{81}} =$$

$$= \frac{R_{81}}{R_{80} + R_{81}} \cdot U_{DSF} \cdot \frac{1}{1 + j\omega C_{25} \dfrac{R_{80}R_{81}}{R_{80}+R_{81}}} \qquad (2)$$

$$U_0 = -\frac{\dfrac{R_{83}}{j\omega C_{26}}}{R_{83} + \dfrac{1}{j\omega C_{26}}} \cdot \frac{V_1}{R_{81}} = \frac{\dfrac{R_{83}}{R_{83} \cdot j\omega C_{26} + 1}}{R_{81}} \cdot V_1 \qquad (3)$$

$$U_0 = \frac{R_{83}}{R_{83}+R_{81}} \cdot$$

$$\cdot \frac{U_{DSF}}{(1 + j\omega C_{26}R_{83})\left(1 + j\omega C_{25} \dfrac{R_{80}R_{81}}{R_{80} + R_{81}}\right)} \qquad (4)$$

Deci la ieşirea blocului 10 semnalul este o tensiune continuă de amplitudine şi semn proporţională cu mărimea de măsurat, aplicată blocului 13, care este circuitul de afişare digitală.

Aceasta este un milivoltmetru electronic realizat cu circuitele C520D şi D147

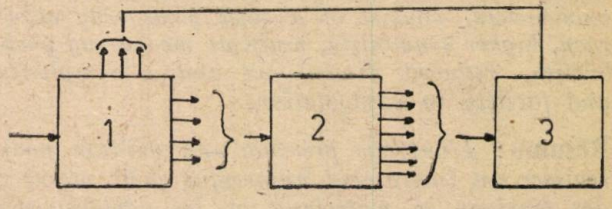


Fig.4 Schema bloc a milivoltmetrului electronic

Blocul 1 realizează conversia analog digitală a semnalului cît şi o multiplicare, oferind pe rînd tensiunea necesară celor 3 digiţi ce compun blocul 3.

Blocul 2 este un decodificator care transformă informaţia pe 4 biţi în logica negativă primită de la blocul 1 în comanda pe 7 căi necesară celor 7 segmente ale fiecărui digit :

În concluzie s-a realizat un aparat digital cu următoarele caracteristici metrologice : intervalul de frecvenţă : $0 \ldots \pm 10\,000$ μm/m, eroarea la ieşirea în tensiune a blocului electronic $\pm 0{,}5\%$ digital de ± 1 digit, eroarea de fidelitate la ieşirea în tensiune ± 1 digit.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Iliescu C, Golovanov C.* Măsuri electrice şi electronice EDP 1983

[2] *Nicolau E.* Manualul inginerului electronist. Măsurări electronice. Ed. Tehnică 1979

[3] *Buzdugan Gh.* Tensometrie electrică rezistivă Ed. Tehnică, 1966

[4]* * * I.E.M.I. Bucureşti – Catalog de aparate, 1985

[5]* * * Tensometru electronic cu I canal tip N–2301, Cartea tehnică

Sînt calorimetrele mijloace de măsurare de interes public?

Importanţa mărimilor fizice caracteristice calorimetriei (putere calorifică, capacitate calorică masică, conductivitate termică, difuzivitate termică) ca, de altfel şi a altor mărimi de material complementare (factor energetic de emisie, densitate, vîscozitate etc.) constă în faptul că servesc la analiza cantitativă a proceselor termice, care sînt descrise calitativ prin legile termodinamicii.

Evidenţiind activităţile în care informaţiile de măsurare din acest domeniu au implicaţii economice majore, cum ar fi : comercializarea combustibililor considerînd nu numai cantitatea ci şi calitatea lor (puterea calorifică), comercializarea unor materiale de construcţie considerînd şi calităţile lor termoizolatoare (conductivitatea termică, difuzivitatea termică), pot apare ca inevitabile o serie de întrebări :

— Sînt interesaţi producătorii (întreprinderi miniere) şi utilizatorii (centrale termoelectrice) de calitatea combustibililor sau preţul energiei termice şi electrice, indiferent de „ce" şi „cît" se introduce în focarul cazanelor, este suportat ca atare de consumator?

— Poate fi obligat consumatorul direct de combustibil solid, lichid sau gazos să îl plătească doar pe considerente cantitative, indiferent de calitate?

— Nu ar trebui ca producătorii sau utilizatorii de materiale de construcţie (proiectanţi, constructori) să fie interesaţi şi de calităţile termoizolante ale acestora, considerînd şi beneficiul pe planul confortului casnic şi al economiei de materiale şi energie?

O analiză în vederea găsirii răspunsurilor corecte nu se poate încheia decît cu concluzia că mijloacele de măsurare de lucru din acest domeniu, precum şi măsurările efectuate, trebuie să se bucure de o atenţie deosebită prin cuprinderea, la momentul oportun, în „Lista Oficială a mijloacelor de măsurare legale, supuse controlului metrologic al statului" (potrivit Anexei nr. 2 la Ordonanţa nr. 20 din 21.08. 1992).

M. Scocioreanu

REVISTA NOASTRĂ ÎMPLINEŞTE

40

ANI DE EXISTENŢĂ

Cu această ocazie felicităm

pe toţi cititorii şi mulţumim

colaboratorilor noştri.

ORDIN NR. 04

În temeiul Ordonanței Guvernului nr. 20/1992 privind activitatea de metrologie;

În baza prevederilor Hotărîrii Guvernului nr. 481/1992 privind organizarea și funcționarea Biroului Român de Metrologie Legală;

Văzînd avizul Ministerului Finanțelor din 28 ianuarie 1993 privind tarifele ce vor fi aplicate în anul 1993 pentru operațiunile de verificări și etalonări ale mijloacelor de măsurare ce se supun obligatoriu controlului metrologic al statului;

Directorul General al Biroului Român de Metrologie Legală, numit prin Decizia nr. 79/1992 a Primului Ministru al Guvernului României, emite următorul

ORDIN:

Art. 1. — Se aprobă „LISTA OFICIALĂ — 1993 a mijloacelor de măsurare supuse obligatoriu controlului metrologic al statului", care intră în vigoare la data de 1 februarie 1993.

Art. 2. — Tarifele prevăzute în „LISTA OFICIALĂ — 1993 a mijloacelor de măsurare supuse controlului metrologic al statului" aprobate prin prezentul Ordin, sînt obligatorii pentru laboratoarele teritoriale ale Biroului Român de Metrologie Legală, Institutului Național de Metrologie București și pentru laboratoarele autorizate de Biroul Român de Metrologie Legală să efectueze etalonarea și verificarea unor categorii de mijloace de măsurare incluse în această Listă.

Art. 3. — Pe data de 1 februarie 1993 se abrogă:

— Lista Oficială (L.O. — 1979) și pct. 1, 2, 23, 26 și 27 din textul Normei tehnice de metrologie NTM 0—1—79, „Transmiterea unităților de măsură", aprobată prin Ordinul nr 288 din 29.12.1979, al Inspectorului Genera. de Stat al Inspectoratului General de Stalt pentru Controlul Calității Produselor. Textul neabrogat al normei va fi interpretat în conformitate cu reglementările de metrologie legală în vigoare;

— Ordinul Președintelui Comisiei Naționale pentru Standarde, Metrologie și Calitate nr. 30 din 7 februarie 1991, prin care s-a aprobat „Lista de tarife pentru operațiile de verificare și etalonare metrologică executate de către Institutul Național de Metrologie";

— Ordinul Președintelui Comisiei Naționale pentru Standarde, Metrologie și Calitate nr. 7 din 17 ianuarie 1992, prin care s-a aprobat aplicarea unui coeficient 2 la „Lista de tarife pentru operațiile de verificare și etalonare metrologică a mijloacelor de măsurare" aprobată prin Ordinul nr. 30 din 7 februarie 1991.

Art. 4. — Inspecțiile Interjudețene de Metrologie, Laboratoarele teritoriale de metrologie, Institutul Național de Metrologie București precum și laboratoarele autorizate, vor aduce la îndeplinire dispozițiile prezentului ordin.

București, dat astăzi 29.01.1993.

LISTA OFICIALĂ — 1993

a mijloacelor de măsurare supuse obligatoriu controlului metrologic al statului

ÎNDRUMĂRI METODOLOGICE

1. Prezenta Listă Oficială (L.O. — 1993) stabilește în conformitate cu prevederile ORDONANȚEI GUVERNULUI nr. 20/1992 (art. 3, art. 13, art. 15, art. 20 și anexa 2) mijloacele de măsurare supuse obligatoriu controlului metrologic al statului, prin verificări sau etalonări.

2. În scopul asigurării exactității și uniformității măsurărilor, precum și a protejării persoanelor fizice și juridice împotriva efectului nociv al unor măsurări incorecte sau false, se supun obligatoriu controlului metrologic al statului două categorii principale de mijloace de măsurare, și anume:

a) *mijloacele de măsurare etalon* (măsuri, aparate, instalații etc.) utilizate pentru reproducerea și conservarea unităților de măsură, precum și pentru transmiterea acestora la mijloacele de măsurare de lucru, în toate domeniile de măsurare;

b) *mijloacele de măsurare* de lucru destinate măsurărilor în domeniile de interes public și prevăzute în anexa 2 la ORDONANȚA GUVERNULUI nr. 20/1992.

3. Domeniile de interes public, în sensul prevăzut de ORDONANȚĂ, sînt cele în care, pe bază de măsurare, se realizează:

a) tranzacţii comerciale (activităţi referitoare la mărfuri, produse şi servicii ale căror costuri sînt determinate pe bază de măsurări);

b) determinarea unor mărimi importante pentru sănătatea oamenilor (medicină, farmacie, fabricarea şi controlul medicamentelor), protecţia muncii şi a mediului, supravegherea şi siguranţa traficului de călători şi mărfuri;

c) determinarea unor impozite, taxe, tarife, prime, amenzi, remuneraţii, indemnizaţii sau alte redevenţe de tip similar;

d) determinarea unor mărimi necesare pentru aplicarea unor normative oficiale cu caracter obligatoriu (vamale, fiscale, poştale, geodezice şi cadastru) şi în expertizele judiciare;

e) preambalarea produselor destinate vînzării cu amănuntul direct către public;

f) determinarea unor mărimi ce afectează interesele cetăţenilor (concentraţia de zahăr şi de alcool în băuturi, concentraţia de grăsimi în lapte şi unt, masa hectolitrică şi umiditatea cerealelor etc.).

4. Se supun obligatoriu controlului metrologic al statului, prin verificări sau etalonări, mijloacele de măsurare care îndeplinesc, simultan, următoarele două condiţii: sînt înscrise în LISTA OFICIALĂ şi sînt utilizate în domeniile de interes public menţionate mai sus, ori ca etaloane.

5. LISTA OFICIALĂ cuprinde sortimentele de mijloace de măsurare prezentate în două capitole:

a) Cap. I — mijloace de măsurare etalon (cod *E*);

b) Cap. II — mijloace de măsurare de lucru (cod *L*).

În cadrul fiecărui capitol, sortimentele de mijloace de măsurare sînt clasificate în raport cu mărimile fizice pe care le măsoară.

6. LISTA OFICIALĂ stabileşte sortimentele de mijloace de măsurare care trebuie declarate înainte de instalare, în vederea obţinerii avizului de punere în funcţiune, precum şi pe acelea a căror etalonare/verificare se face obligatoriu numai la faţa locului (indicate în L. O. prin notele (1), respectiv (2)).

7. Mijloacele de măsurare se supun obligatoriu, iniţial sau/şi periodic, operaţiilor de etalonare sau verificare metrologică la intervale de timp ce nu trebuie să depăşească pe cele limită stabilite prin LISTA OFICIALĂ.

Verificarea sau etalonarea se face:

— *iniţial*, asupra fiecărui mijloc de măsurare, fabricat sau importat, înainte de vînzarea lui către beneficiari, precum şi asupra fiecărui mijloc de măsurare reparat, înainte de darea lui în folosinţă;

— *periodic*, asupra mijloacelor de măsurare în folosinţă.

Notaţia **I**, în coloana 2 *a* L.O. precizează că, mijlocul de măsurare respectiv se verifică sau se etalonează numai iniţial, nu şi periodic.

8. Costul lucrărilor ocazionate de efectuarea etalonărilor şi verificărilor metrologice se suportă de beneficiarii acestor lucrări şi se determină pe baza tarifelor aprobate prin LISTA OFICIALĂ pentru:

a) operaţiile de etalonare şi verificare metrologică;

b) operaţiuni de asistenţă tehnică.

La aceste tarife se adaugă cheltuielile ocazionate de transportul utilajelor, etaloanelor şi personalului metrologic necesar verificării/etalonării la faţa locului.

9. Tarifele menţionate la pct. 8 de mai sus, trebuie respectate obligatoriu atît de organismele teritoriale ale Biroului Român de Metrologie Legală, cît şi de alte laboratoare autorizate de Biroul Român de Metrologie Legală să efectueze etalonarea şi verificarea mijloacelor de măsurare prevăzute în LISTA OFICIALĂ.

10. Tarifele pentru operaţiile de verificare şi etalonare metrologică sînt înscrise în coloanele 3, respectiv 4 ale LISTEI OFICIALE.

Pentru operaţiuni de asistenţă tehnică efectuate odată cu verificarea sau etalonarea metrologică (reglaje suplimentare faţă de cele prevăzute în normele de metrologie; consultanţă tehnică pentru punere în funcţiune, utilizare şi întreţinere a mijloacelor de măsurare) se încasează un tarif de 600 lei/oră efectiv prestată.

La verificarea/etalonarea mijloacelor de măsurare care, conform L.O. — nota (2) se verifică obligatoriu la faţa locului, beneficiarul este obligat să suporte cheltuielile efectuate pentru transportul, dus-întors, al utilajelor, etaloanelor şi personalului metrologic necesar sau, după caz, să asigure acest transport.

În cazul în care, la cererea beneficiarului, se execută verificarea la faţa locului şi pentru mijloace de măsurare la care nu este prevăzută obligativitatea verificării la faţa locului, acesta trebuie să suporte cheltuielile pentru transportul, dus-întors, al utilajelor, etaloanelor şi personalului metrologic necesar sau, după caz, să asigure acest transport.

Tarifele pentru transport sînt următoarele:

a) în cazul efectuării transportului cu mijloacele auto din dotarea organismelor teritoriale ale BIROULUI ROMÂN DE METROLOGIE LEGALĂ:

— 100 lei/km la transport cu autolaborator DACIA;

— 150 lei/km la transport cu autospeciale de 10...20 t pentru verificarea podurilor basculă.

b) în cazul efectuării transportului cu mijloace de transport în comun (autobuz, tren etc.), tariful va fi echivalent cu costul transportului practicat de societatea de transport respectivă.

LISTA OFICIALĂ

a mijloacelor de măsurare supuse obligatoriu controlului metrologic al statului

CAP. I Mijloace de măsurare etalon (*E*)

Număr poziție L.O.	Denumirea mijlocului de măsurare	Perioada maximă a verificării/ etalonării (ani)	Tarife (lei)	
			verificare	etalonare
0	1	2	3	4
1.	**Mijloace pentru măsurat MĂRIMI DE SPAȚIU ȘI TIMP**			
	LUNGIME			
1.1.	Rigle gradate, metalice și din sticlă.:	3		5 200
1.1.1.	cu incertitudine $\pm (0{,}1 + 0{,}2\ L)$ μm la lungimea totală			
	— pentru fiecare reper suplimentar			1 040
1.1.2.	cu incertitudine $\pm (1 + 5\ L)$ μm la lungimea totală			2 600
	— pentru fiecare reper suplimentar			312
1.1.3.	cu incertitudine $\pm (20 + 30\ L)$ μm la lungimea totală			932
	— pentru fiecare reper suplimentar			78
1.2.	Plăcuțe micrometrice	3		2 000
1.3.	Rulete și panglici fără lest :	2		
1.3.1.	cu L pînă la 5 m inclusiv		104	312
1.3.2.	cu L peste 5 m			
	— pentru fiecare interval suplimentar de 5 m peste 5 m		52	104
1.4.	Rulete și panglici cu lest	2	208	416
1.4.1.	cu L pînă la 5 m inclusiv			
1.4.2.	cu L peste 5 m			
	— pentru fiecare interval suplimentar de 5 m peste 5 m		52	208
1.5.	Fire geodezice din invar	1	2 560	5 200
1.6.	Bază de verificat rulete și panglici (1) ; (2)	2		
1.6.1.	cu L pînă la 5 m			5 200
1.6.2.	cu L peste 5 m			
	— pentru fiecare interval suplimentar de 5 m peste 5 m			520
1.7.	Cale plan-paralele etalon secundar ord. I (clasa 00), cu L pînă la 100 mm :	2		
1.7.1.	cu $0{,}25 < L \leqslant 100$ mm		208	416
1.8.	Cale plan-paralele etalon secundar ord. II (clasa 0)	1		
1.8.1.	cu $0{,}5 \leqslant L \leqslant 25$ mm		63	140
1.8.2.	cu $25 < L \leqslant 100$ mm		78	156
1.8.3.	cu $100 < L \leqslant 250$ mm		242	416
1.8.4.	cu $250 < L \leqslant 1\,000$ mm		743	1 664
1.9.	Cale plan-paralele etalon secundar ord. III ... V (clasă 1 ... 4)	1		
1.9.1.	cu $0{,}5 \leqslant L \leqslant 25$ mm		57	110
1.9.2.	cu $25 < L \leqslant 100$ mm		65	130
1.9.3.	cu $100 < L \leqslant 250$ mm		200	312
1.9.4.	cu $250 < L \leqslant 1\,000$ mm		260	416
1.10.	Accesorii ptr. cale plan-paralele/buc		78	
1.11.	Calibre :			
1.11.1.	inel sau tampon	1	130	260
1.11.2.	pentru defectoscoape — tip A_1	2		4 160
	tip A_2			2 600
	tip A_3			780
	tip A_4			4 160

0	1	2	3	4
1.11.3.	pentru verificarea grosimii acoperirilor	2	433	953
1.12.	Sîrme de filet sau dornuri de măsurare	2	104	208
1.13.	Instalaţie pentru verificarea aparatelor de măsurat elementele căii ferate sau de metrou (1); (2)	2		4 160
1.14.	Comparatoare :			
1.14.1.	electronice şi pneumatice, cu un traductor şi un interval de măsurare (2)	1	780	1 560
	— ptr. fiecare traductor şi interval de măsurare suplimentar		364	728
	— ptr. suport		312	
1.14.2.	optico-mecanice (optimetre, microcatoare, microluxe, tip Abbe) (2)	2		
1.14.2.1.	cu valoarea diviziunii $< 0{,}001$ mm		1 665	1 870
1.14.2.2.	cu valoarea diviziunii $\geqslant 0{,}001$ mm		1 040	1 300
1.15.	Aparate de verificat comparatoare, extensometre mecanice şi optico-mecanice (2)	2		1 560
1.16.	Maşini de măsurat într-o coordonată : (2)	2		
1.16.1.	cu limita superioară < 1 m			
1.16.1.1.	de tip mecanic, cu şurub micrometric		1 820	2 160
1.16.1.2.	de tip optico-mecanic cu valoarea diviziunii $\geqslant 1$ μm		7 010	10 330
1.16.1.3.	de tip optico-mecanic cu valoarea diviziunii < 1 μm		8 950	13 930
1.16.2.	cu limita superioară $\geqslant 1$ m		5 200	19 460
	— pentru fiecare accesoriu suplimentar		520	
1.17.	Maşini de măsurat în două coordonate : (2)	2		
1.17.1.	microscoape de atelier		3 900	8 030
1.17.2.	microscoape universale		5 200	13 930
	— ptr. fiecare accesoriu suplimentar		520	
1.18	Maşini de măsurat în trei coordonate : (2)	2		
1.18.1	cu $L \leqslant 1$ m		10 400	
1.18.2.	cu $L > 1$ m			
	— ptr. fiecare metru suplimentar		3 630	
	— ptr. fiecare accesoriu suplimentar		520	
1.19.	Rigle pentru controlul rectilinităţii şi planităţii	1		
1.19.1.	cu lungimea pînă la 500 mm inclusiv (pentru fiecare muchie sau suprafaţă activă)		260	520
1.19.2.	cu lungimea peste 500 mm (pentru fiecare muchie sau suprafaţă activă)		780	1 300
1.20.	Plăci pentru controlul planităţii :	2		
1.20.1.	cu $S \leqslant 10$ dm^2		780	1 040
1.20.2.	cu $S > 10$ dm^2			
	— ptr. fiecare dm^2 suplimentar peste 10 dm^2		26	52
1.21.	Sticle plane :	1	195	1 560
	sticle plan paralele		195	
1.22.	Aparate electronice de măsurat abateri de la planitate, (2)	2		

0	1	2	3	4
	— ptr. un singur traductor şi un interval de măsurare		1 820	2 600
	— ptr. fiecare traductor sau interval de măsurare suplimentar		182	260
1.23.	Măsuri de circularitate	2		1 300
1.24.	Măsuri de rugozitate	2		780
1.25.	Aparate electronice de măsurat rugozitatea, (1); (2)	2		
	— ptr. un singur traductor şi un interval de măsurare		1 820	2 600
	— ptr. fiecare traductor sau interval de măsurare suplimentar		182	260
1.26.	Mijloace de măsurare a parametrilor roţilor dinţate:	2		
1.26.1.	roţi dinţate de măsurare		2 080	3 120
1.26.2.	măsuri de profil			2 600
1.26.3.	măsuri de direcţie			2 600
1.26.4.	Aparate pentru controlul complex al roţilor dinţate, pentru o funcţie şi un interval de măsurare		3 120	5 200
	— ptr. fiecare funcţie sau interval de măsurare suplimentar		520	650
	— ptr. fiecare accesoriu		260	390
	ARIE			
1.27.	Măsuri de arie	1		520
	VOLUM			
1.28.	Micropipete	5	208	2 580
1.29	Biurete şi microbiurete	3	208	2 580
1.30.	Măsuri din sticlă:	10		
1.30.1.	cu volum nominal 2 ... 1 000 cm^3			1 655
1.30.2.	cu volum nominal 2 ... 20 dm^3			2 450
1.31.	Măsuri din metal cu scară gradată:	1		1 450
1.31.1.	cu volum nominal 1 ... 20 dm^3			4 380
1.31.2.	cu volum nominal 50 ... 1 000 dm^3			
1.32.	Măsuri din metal de valoare unică:	1		
1.32.1.	cu volum nominal 50 ... 1 000 dm^3 inclusiv			4 380
1.32.2.	cu volum nominal peste 1 000 dm^3			4 380
1.33.	Instalaţii cu măsuri de volum: (1); (2)	1		
1.33.1.	pentru verificarea butoaielor de bere			12 935
1.33.2.	pentru verificarea cisternelor auto			12 935
1.33.3.	pentru verificarea vagoanelor cisternă			12 935
1.33.4.	pentru verificarea contoarelor pentru lichide, altele decît apa			12 935
1.34.	Instalaţii cu contor pentru lichide (1); (2)	1		13 245
1.35.	Instalaţii pentru verificarea apometrelor (1); (2)	2		6 500
1.36.	Instalaţii cu clopot pentru verificarea debitmetrelor şi contoarelor de gaze (1); (2)	2		8 320
	UNGHI PLAN			
1.37.	Cale unghiulare:	1		
1.37.1.	etalon secundar ordin II (clasa 0)			

0	1	2	3	4
	— ptr. fiecare unghi activ		156	260
1.37.2.	etalon secundar ordin III și de lucru (clasa 1 și 2)			
	— ptr. fiecare unghi activ		104	156
1.38.	Poligoane cu 5 ... 72 unghiuri active :	1		
1.38.1.	etalon secundar ordin I			
	— ptr. fiecare unghi activ			650
1.38.2.	etalon secundar ordin II (clasa 0)			
	— ptr. fiecare unghi activ		437	650
1.39.	Echere la 90° plate, cu talpă, cu muchie activă :	1		
1.39.1.	cu latura mare pînă la 400 mm inclusiv		520	1 040
1.39.2.	cu latura mare peste 400 mm		780	1 560
1.40.	Echere la 90° cilindrice	1		
1.40.1.	cu lungimea generatoarei pînă la 400 mm inclusiv			1 560
1.40.2.	cu lungimea generatoarei peste 400 mm			2 600
1.41.	Aparate de verificat echere : (1) ; (2)	1		
1.41.1.	cu $L \leqslant 400$ mm			2 080
1.41.2.	cu $L > 400$ mm			2 600
1.42.	Nivele :	1		
1.42.1.	cu coincidență		780	1 040
1.42.2.	electronice			
	— ptr. un traductor și un interval de măsurare		390	650
	— ptr. fiecare traductor, interval de măsurare sau funcție suplimentară		156	195
1.43.	Autocolimatoare :	1		
1.43.1.	cu valoarea diviziunii $\leqslant 0{,}5''$		1 560	2 600
1.43.2.	cu valoarea diviziunii $> 0{,}5''$		1 040	1 560
1.44.	Interferometre de măsurat unghi (1) ; (2)	2	6500	7 800
1.45.	Aparate de verificat nivele și autocolimatoare (1) ; (2)	1		
1.45.1.	etalon secundar ordin I și II			3 900
1.45.2.	etalon secundar ordin III și de lucru			2 080
1.46.	Mese divizoare cu o axă de rotație : (1) ; (2)	2		
1.46.1.	etalon secundar ordin II (clasa 0)		3 120	3 900
1.46.2.	etalon secundar ordin III și de lucru (clasa 1, 2 și 3)		2 600	3 120
1.47.	Mese divizoare cu două axe de rotație : (1) ; (2)	2		
1.47.1.	etalon secundar ordin II (clasa 0)		3 120	3 900
1.47.2.	etalon secundar ordin III și de lucru (clasa 1, 2 și 3)		2 600	3 120
1.48.	Capete divizoare : (1) ; (2)	2		
1.48.1.	etalon secundar ordin II (clasa 0)		3 900	5 200
	— ptr. fiecare accesoriu suplimentar		1 275	1 735
1.48.2.	etalon secundar ordin III și de lucru (clasa 1, 2 și 3)		3 120	3 900
	— ptr. fiecare accesoriu suplimentar		910	1 235
1.49.	Goniometre : (1) ; (2)	2		
1.49.1.	etalon secundar ordin I și II (clasa 0)		5 200	6 500

0	1	2	3	4
1.49.2.	etalon secundar ordin III și de lucru (clasa 1, 2 și 3)		3 900	5 200
1.50.	Teodolite cu valoarea diviziunii $\leqslant 1''$ (3″)	1	6 500	9 100
	TIMP			
1.51.	Orologii atomice și cu cuarț	1	7 175	10 970
1.52.	Cronometre de marină :	2		
1.52.1.	mecanice			3 260
1.52.2.	cu cuarț			4 120
1.53.	Cronometre digitale	1	2 015	4 360
	VITEZĂ LINIARĂ			
1.54.	Instalații pentru verificarea instalațiilor de măsurat viteza la locomotive și rame de metrou (2)	1		2 585
1.55.	Instalații pentru verificarea traductoarelor de măsurare a vitezei la locotive și rame de metrou (2)	1		1 455
1.56.	Instalații pentru verificarea cinemometrelor de control rutier (2)	1		16 040
1.57.	Instalații pentru verificarea anemometrelor :	2		
1.57.1.	portabile			7 190
1.57.2.	staționare (2)			9 880
1.58.	Instalații pentru verificarea moriștilor hidrometrice (2)	2		42 470
2.	**Mijloace pentru măsurat MĂRIMI CARACTERISTICE FENOMENELOR PERIODICE ȘI CONEXE**			
	FRECVENȚĂ			
2.1.	Generatoare de frecvență :	1		
2.1.1.	cu stabilitate 10^{-6} sau mai bună		7 175	10 970
2.1.2.	cu stabilitate sub 10^{-6}		5 070	7 175
2.2.	Sintetizatoare de frecvență	1	7 175	10 970
2.3.	Frecvențmetre digitale :	1		
2.3.1.	cu stabilitate 10^{-6} sau mai bună		4 655	6 345
2.3.2.	cu stabilitatea sub 10^{-6}		3 380	4 655
2.4.	Numărătoare universale :	1		
2.4.1.	cu stabilitatea 10^{-6} sau mai bună		7 175	10 970
2.4.2.	cu stabilitate sub 10^{-6}		5 070	7 175
	FRECVENȚĂ DE ROTAȚIE (TURAȚIE)			
2.5.	Tahometre cronometrice	1	455	858
2.6.	Tahometre centrifugale clasa 0,2 . . . 1	1		
	— ptr. un singur interval de măsurare		260	585
	— ptr. fiecare interval de măsurare suplimentar		58	175
2.7.	Tahometre digitale	1	520	832
2.8.	Generatoare de turație din componența instalațiilor de verificat tahometre și vitezometre	1		3 105
	PARAMETRII VIBRAȚIEI			
2.9.	Calibratoare pentru traductoare de accelerație	1	1 250	1455

0	1	2	3	4
2.10.	Traductoare piezoelectrice de accelerație :	1		
2.10.1.	monoaxiale			2 485
2.10.2.	triaxiale			3 900
3.	**Mijloace pentru măsurat MĂRIMI MECANICE**			
	MASĂ			
3.1.	Mase etalon secundar ordin II :			
3.1.1.	cu masa 500 ... 1 mg	2		4 315
3.1.2.	cu masa 500 .... 1 g	1		4 315
3.1.3.	cu masa 20 ... 1 kg	3		5 030
3.2.	Mase etalon secundar ordin III :	1		442
	— ptr. operația de ajustare			221
3.3.	Mase etalon secundar ordin IV, pînă la 20 kg inclusiv	1		221
	— ptr. operația de ajustare			117
3.4.	Mase etalon de lucru :			
3.4.1.	pînă la 20 kg inclusiv	1		156
	— ptr. operația de ajustare			78
3.4.2.	pînă la 200 kg inclusiv	1		780
	— ptr. operația de ajustare			520
3.4.3.	pînă la 5000 kg inclusiv	1		12 379
	— ptr. operația de ajustare			6 300
3.5.	Vagon etalon tip CF	1		5 200
	— ptr. operația de ajustare			2 600
3.6.	Balanța de cereale de 1 litru :			
3.6.1.	etalon secundar ordin I	1		6 500
3.6.2.	etalon de lucru	1		3 035
3.7.	Balanțe etalon (mecanice sau electronice) (1) ; (2)	1		
3.7.1.	secundar ordin II, III și IV (mecanice)			1 950
3.7.2.	secundar ordin II, III și IV (electronice)			1 950
3.7.3.	de lucru (mecanice)			1 300
3.7.4.	de lucru (electronice)			1 300
	FORȚĂ			
3.8.	Dinamometre clasă 0,6 sau mai precise (ptr. fiecare sens de solicitare) cu forța maximă :	2		
3.8.1.	pînă la 1 kN inclusiv			2 185
3.8.2.	între 1 și 100 kN inclusiv			2 795
3.8.3.	între 0,1 și 1 MN inclusiv			5 280
3.8.4.	între 1 și 3 MN inclusiv			6 320
3.9.	Celule de sarcină clasă 0,1 sau mai precise (ptr. fiecare sens de solicitare) cu forța maximă :	2		
3.9.1.	pînă la 1 kN inclusiv		1 770	2 495
3.9.2.	între 1 și 100 kN inclusiv		2 080	3 120
3.9.3.	între 0,1 și 1 MN inclusiv		3 510	5 590
3.9.4.	între 1 și 3 MN inclusiv		4 340	6 630
3.10.	Mașini cu încărcare directă		deviz	deviz
	MOMENTUL FORȚEI, MOMENTUL CUPLULUI DE FORȚE			
3.11.	Traductoare cl. 0,6 sau mai precise pentru măsurarea momentului (ptr. fiecare sens de solicitare) :	2		
3.11.1.	pînă la 200 Nm inclusiv		2 290	3 330
3.11.2.	între 200 Nm și 6 kNm inclusiv		2 690	3 460

0	1	2	3	4
	PRESIUNE			
3.12.	Manometre, vacuummetre sau manovacuummetre cu piston și greutăți :			
3.12.1.	pentru aer, cu limite maxime de măsurare (—0,1 ... 0,7) MPa presiuni relative :			
3.12.1.1.	clasă 0,01 ... 0,02	4		7 280
3.12.1.2.	clasă 0,05 ... 0,2	3		4 160
3.12.2.	cu limite maxime de măsurare (0,1 ... ... 110) MPa presiuni relative, clasă 0,01 ... 0,02	4		8 060
3.12.3.	cu limite maxime de măsurare (0,25 ... ...110) MPa presiuni relative	3		
3.12.3.1.	clasă 0,05 ... 0,2			4 550
3.12.4.	cu limite maxime de măsurare peste 110 MPa presiuni relative	3		
3.12.4.1.	clasă 0,05 ... 0,2			5 980
3.12.5.	pentru presiuni absolute	3		
3.12.5.1.	clasă 0,05 ... 0,2			6 500
	— ptr. fiecare greutate din setul de greutăți : — fără ajustare			195
	— cu ajustare			260
3.12.6.	pompa de presiune		2 080	
3.13.	Manometre, vacuummetre, manovacuummetre și manometre diferențiale cu lichid, pentru presiuni relative :			
3.13.1.	cu tub U clasă 0,05 ... 0,2	4	1 820	4 160
3.13.2.	cu rezervor și tub vertical :			
3.12.2.1.	clasă 0,015 ... 0,025	4	6 860	10 140
3.12.2.2.	clasă 0,05 ... 0,1	3	4 205	5 980
3.12.2.3.	clasă 0,2	3	1 170	1 560
3.13.3.	cu compensare :	3		
3.13.3.1.	cu limite maxime pînă la 1500 Pa inclusiv		1 625	2 860
3.13.3.2.	cu limite maxime peste 1500 Pa		2 080	3 380
3.14.	Manometre, vacuummetre, manovacuummetre sau manometre diferențiale cu element elastic pentru presiuni relative :	1		
3.14.1.	clasă 0,05 ... 0,16		1 170	2 315
3.14.2.	clasă 0,2 ... 0,3		650	1 065
3.14.3.	clasă 0,4 ... 0,6		286	650
	— la presiuni mai mari de 40 MPa, ptr. fiecare interval de suprapresiune de 100 MPa, se percepe 25% din tariful de verificare, respectiv etalonare			
3.15.	Vacuummetre de presiune absolută :			
3.15.1.	cu compresie, cu mercur :	2		
3.15.1.1.	limita minimă de măsurare pînă la 10^{-3} Pa		7 930	12 090
3.15.1.2.	limita minimă de măsurare pînă la 10^{-1} Pa		5 070	6 500
3.15.2.	cu ionizare, cu limita minimă de măsurare mai mare sau egală cu 10^{-4} Pa, eroare tolerată 10 ... 15%, cu o joja și un filament	1	9 100	12 480
	— ptr. fiecare joja sau filament suplimentar		3 120	4 160

0	1	2	3	4
3.16.	Barometre :			
3.16.1.	cu mercur, cu eroare de 0,01 ... 0,05 kPa	3	2 945	4 420
3.16.2.	aneroide, cu eroare de (0,1 ... 0,2) kPa	1		
	— ptr. coeficient de temperatură cunoscut		1 885	3 900
	— ptr. coeficient de temperatură nedeterminat		4 680	7 800
	VISCOZITATE CINEMATICĂ			
3.17.	Soluţii de vîscozitate cinematică	1		1 820
3.18.	Vîscozimetre din sticlă cu tub capilar	2	468	1 250
	VISCOZITATE DINAMICĂ			
3.19.	Soluţii de vîscozitate dinamică	1		6 840
3.20.	Vîscozimetre cu corp căzător (cu bilă)	2	676	1 275
	DEBIT DE MASĂ SAU VOLUM			
3.21.	Instalaţii volumetrice şi gravimetrice pentru verificarea debitmetrelor cu lichide (fără vasele etalon şi basculele acestor instalaţii) (1); (2)	2		15 600
	DURITATE			
3.22.	Aparate etalon de duritate statică : (1); (2)	1		
3.22.1.	de duritate Rockwell, scările A, B, C, D, E, F, G, H, K, pentru o scară		4 215	7800
	— ptr. fiecare scară suplimentară		3 150	5 315
3.22.2.	de duritate Vickers pentru o scară		4 215	7 800
	— ptr. fiecare scară suplimentară		3 150	5 315
3.22.3.	de duritate superficială Rockwell scările N 15, 30, 45; T 15, 30, 45, pentru o scară		4 215	7 800
	— ptr. fiecare scară suplimentară		3 150	5 315
3.22.4.	de duritate Knoop			
	— ptr. o scară		4 215	7 800
	— ptr. fiecare scară suplimentară		3 150	5 315
3.22.5.	de duritate Brinell			
	— ptr. o scară cu $K = 30$		7 295	11 830
	— ptr. fiecare scară suplimentară cu $K = 30$		4 155	9 340
	— ptr. fiecare scară suplimentară cu $K \neq 30$		171	312
3.23.	Măsuri de duritate (plăcuţe) :	2		
3.23.1.	de duritate Rockwell, scările A, B, C, D, E, F, G, H, K,		113	208
3.23.2.	de duritate Brinell		155	299
3.23.3.	de duritate Brinell — calibru pentru amprente		227	403
3.23.4.	de duritate Vickers scările V 30 ... V 100		155	299
3.23.5.	de duritate Vickers scările V 0,10 ... ... V 10		227	403
3.23.6.	de duritate Vickers — calibru ptr. amprente		289	507
3.23.7.	de duritate superficială Rockwell, scările N15, 30, 45; T 15, 30, 45		113	208

0	1	2	3	4
3.23.8.	de duritate Knoop		227	403
3.23.9.	de duritate Knoop — calibru pentru amprente		289	507
3.24.	Penetratoare de diamant Rockwell, Vickers, Knoop	1	1 040	2 340
3.25.	Bare de comparaţie de duritate tip Poldy	2		156
4.	**Mijloace pentru măsurat MĂRIMI CARACTERISTICE ELECTROMAGNETISMULUI**			
4.1.	Elemente normale	1		
4.1.1.	clasă 0,001 ... 0,005		389	442
4.1.2.	clasă 0,01 ... 0,02		190	260
4.2.	Calibratoare de tensiune şi curent continuu	1		
4.2.1.	în decade clasă 0,005 şi mai precise cu un interval de măsurare		4 930	5 980
	— ptr. fiecare interval de măsurare suplimentar		601	780
4.2.2.	în decade clasă 0,01 ... 0,05 cu un interval de măsurare		2 860	3 250
	— ptr. fiecare interval de măsurare suplimentar		390	520
	— ptr. partea de programare		650	
4.2.3.	de valoare unică		312	390
4.3.	Compensatoare de curent continuu	1		
4.3.1.	clasă 0,001 ... 0,01 cu un interval de măsurare		6 170	10 920
	— ptr. fiecare interval de măsurare suplimentar		548	624
4.3.2.	clasă 0,02 ... 0,05 cu un interval de măsurare		2 340	2 730
	— ptr. fiecare interval de măsurare suplimentar		312	520
4.3.3.	clasă 0,1 ... 0,2 cu un interval de măsurare		520	780
	— ptr. fiecare interval de măsurare suplimentar		195	260
4.4.	Ampermetre şi voltmetre de curent continuu şi/sau alternativ clasă 0,1 0,5	1		
	— ptr. un interval de măsurare în curent continuu		483	551
	— ptr. fiecare interval de măsurare suplimentar în curent continuu		117	156
	— ptr. un interval de măsurare în curent alternativ la $f = 50$ Hz		260	390
	— ptr. fiecare interval de măsurare suplimentar în curent alternativ la $f = 50$ Hz		104	156
4.5.	Aparate electronice cu afişare numerică (digitală) de curent continuu pentru măsurat tensiuni, curenţi, rezistenţe etc.	1		
4.5.1.	clasă 0,02 şi mai precise, cu un interval de măsurare		1 300	1 560
	— ptr. fiecare interval de măsurare suplimentar		260	312
4.5.2.	clasă 0,05 ... 0,1, cu un interval de măsurare		622	910

0	1	2	3	4
	— ptr. fiecare interval de măsurare suplimentar		156	260
4.6.	Rezistoare de valoare unică	1		
4.6.1.	clasă 0,001 ... 0,01		702	780
4.6.2.	clasă 0,02 ... 0,05		310	364
4.6.3.	clasă 0,1 ... 0,5		195	212
4.7.	Rezistoare în decade	1		
4.7.1.	clasă 0,05 și mai precise pentru fiecare decadă pînă la 10^5 ohmi inclusiv		208	260
4.7.2.	clasă 0,1 ... 0,2 pentru fiecare decadă pînă la 10^5 ohmi inclusiv		104	156
4.7.3.	indiferent de clasă pentru fiecare decadă peste 10^5 ohmi		455	585
4.8.	Sunturi simple și multiple pînă la 100 A clasă 0,05 și mai precise (pentru fiecare valoare nominală)	1	310	364
4.9.	Divizoare de tensiune rezistive	2		
4.9.1.	cu rapoarte fixe, pentru fiecare raport nominal		260	364
4.9.2.	în decade pentru fiecare decadă		208	260
4.10.	Punți Wheatstone	1		
4.10.1.	clasă 0,05 și mai precise		3 055	3 380
4.10.2.	clasă 0,1		364	2 080
4.11.	Punți Thomson	1		
4.11.1.	clasă 0,05 și mai precise		3 505	4 030
4.11.2.	clasă 0,1		520	2 600
4.12.	Punți Wheatstone-Thomson	1		
4.12.1.	clasă 0,05 și mai precise		4 095	4 680
4.12.2.	clasă 0,1		520	3 040
4.13.	Calibratoare de tensiune alternativă	1		
4.13.1.	în decade clasă 0,02 și mai precise, pentru o frecvență și un interval de tensiune		10 680	13 050
	— ptr. fiecare interval de tensiune ptr. o frecvență și un interval de tensiune		780	780
	— ptr. partea de programare		650	650
4.13.2.	în decade clasă 0,05 ... 0,1, ptr. o frecvență și un interval de tensiune		6 525	9 125
	— ptr. fiecare interval de tensiune și frecvență suplimentare		520	650
	— ptr. partea de programare		650	650
4.14.	Surse etalon de tensiune alternativă de valoare unică (la o singură frecvență)	1	910	1 035
4.15.	Calibratoare de tensiune și curent alternativ			
4.15.1.	cu eroare max. 0,05% și mai precise pentru o frecvență și cîte un interval de tensiune și curent	1	10 450	13 050
	— ptr. fiecare interval suplimentar de tensiune, curent și frecvență		520	832
	— ptr. partea de programare		650	650
4.15.2.	cu eroare max. 0,1% pentru o singură frecvență și cîte un interval de tensiune și curent	2	7 320	9 140
	— ptr. fiecare interval suplimentar de tensiune, curent și frecvență		650	780
	— ptr. programe auxiliare		650	650

0	1	2	3	4
4.16.	Ampermetre și voltmetre de curent alternativ la frecvențe diferite de 50 Hz, clasă 0,5 pentru un interval de măsurare și o frecvență	1	1 040	1 300
	— ptr. fiecare interval de măsurare suplimentar (tensiune, curent, frecvență)		156	208
4.17.	Aparate electronice de curent alternativ cu afișare numerică (digitale) pentru măsurat tensiuni și curenți	1		
4.17.1.	cu eroare max. 0,05% și mai precise cu un interval de măsurare		1 195	1 390
	— ptr. fiecare interval de măsurare suplimentar (tensiune, curent și frecvență)		156	195
	— ptr. programe auxiliare		260	260
4.17.2.	cu eroare max. 0,1% și 0,2% cu un interval de măsurare		416	611
	— ptr. fiecare interval de măsurare suplimentar (tensiune, curent și frecvență)		117	156
	— ptr. programe auxiliare		130	130
4.18.	Wattmetre de c.c. și wattmetre și varmetre monofazate pentru curent alternativ cu $f = 50$ Hz și cos $\varphi = 1$ clasă 0,1 ; 0,2 ; 0,5 cu un interval de măsurare	1	806	936
	— ptr. fiecare interval de măsurare suplimentar		195	260
4.19.	Wattmetre monofazate, pentru frecvențe diferite de 50 Hz sau cos φ diferit de 1 cu un interval de măsurare	1	650	975
	— ptr. fiecare interval de măsurare suplimentar		156	260
4.20.	Wattmetre trifazate :			
4.20.1.	clasă 0,2 cu un interval de măsurare	1	1 950	2 300
	— ptr. fiecare interval de măsurare suplimentar		325	390
4.20.2.	clasă 0,5 cu un interval de măsurare	2	676	806
	— ptr. fiecare interval de măsurare suplimentar		195	260
4.21.	Convertoare electronice de putere activă (wattmetre electronice monofazate pînă la 10 kHz)			
4.21.1.	cu eroare max. 0,02% cu un interval de măsurare și o frecvență	1		6 240
	— ptr. fiecare interval de măsurare și frecvență suplimentare			624
4.21.2.	clasă 0,1 și 0,2 cu un interval de măsurare și o frecvență	1	624	975
	— ptr. fiecare interval de măsurare și frecvență suplimentare		130	195
4.22.	Convertoare trifazate de putere activă și reactivă $f = 50$ Hz			
4.22.1.	clasă 0,2 și mai precise cu un interval de măsurare	1	1 040	1 300
	— ptr. fiecare interval de măsurare suplimentar		260	325
4.22.2.	clasă 0,5 cu un interval de măsurare	2	260	390

0	1	2	3	4
	— ptr. fiecare interval de măsurare suplimentar		104	130
4.23.	Convertoare de tensiune și curent alternativ $f = 50$ Hz clasă 0,2 și mai precise, cu un interval de măsurare	1		910
	— ptr. fiecare interval de măsurare suplimentar			195
4.24.	Fazmetre (cosfimetre) la $f = 50$ Hz clasă 0,5 și mai precise, cu un interval de măsurare	1	1 040	2 340
	— ptr. fiecare interval de măsurare suplimentar		130	520
4.25.	Fazmetre electronice la $f \leqslant 10$ kHz, cu eroare max. 0,2% pentru o singură frecvență	1	2 080	5 200
	— ptr. fiecare frecvență suplimentară		520	910
4.26.	Contoare monofazate de energie electrică	1		
4.26.1.	cu eroare max. 0,01% și 0,02% (electronice) pentru o tensiune nominală și un curent nominal			7 800
	— ptr. fiecare tensiune nominală, curent nominal sau schemă de conexiune suplimentare			1 105
4.26.2.	cu eroare max. 0,05% (electronice) pentru o tensiune nominală și un curent nominal			4 680
	— ptr. fiecare tensiune nominală, curent nominal sau schemă de conexiune suplimentare			780
4.26.3.	clasă 0,1 și 0,2 pentru o tensiune nominală și un curent nominal			3 120
	— pentru fiecare tensiune nominală, curent nominal sau schemă de conexiune			416
4.26.4.	clasă 0,5 pentru o tensiune nominală și un curent nominal			1 235
	— ptr. fiecare tensiune nominală, curent nominal sau schemă de conexiune suplimentare			260
4.27.	Contoare trifazate de energie electrică și convertoare trifazate putere-frecvență :			
4.27.1.	cu eroare max. 0,05% (electronice) pentru o tensiune nominală, un curent nominal și o schemă de conexiune	1		12 940
	— ptr. fiecare tensiune nominală, curent nominal sau schemă de conexiune suplimentară			2 260
4.27.2.	clasă 0,1 și 0,2 pentru o tensiune nominală, curent nominal și o schemă de conexiune			3 940
	— ptr. fiecare tensiune nominală, curent nominal sau schemă de conexiune suplimentare			520
4.27.3.	clasă 0,5 pentru o tensiune nominală, un curent nominal și o schemă de conexiune			1 560

0	1	2	3	4
	— ptr. fiecare tensiune nominală, curent nominal sau schemă de conexiune suplimentare			520
4.28.	Instalaţii pentru verificarea contoarelor monofazate de energie electrică (exclusiv etaloanele) (1); (2)			
4.28.1.	clasă 0,2 şi mai precise	1	7 850	
4.28.2.	clasă 0,5	2	6 500	
4.29.	Instalaţii pentru verificarea contoarelor trifazate de energie electrică (exclusiv etaloanele): — ptr. un curent, o tensiune şi o schemă de conexiuni: (1); (2)			
4.29.1.	clasă 0,2 şi mai precise	1	11 440	
	— ptr. fiecare tensiune nominală, curent nominal şi schemă de conexiuni suplimentare		416	
4.29.2.	clasă 0,5	2	10 400	
	— ptr. fiecare tensiune nominală, curent nominal şi schemă de conexiuni suplimentare		295	
4.30.	Comparatoare c.a.-c.c termoelectrice şi electromecanice			
4.30.1.	pentru măsurarea tensiunii, intensităţii curentului şi puterii active (exclusiv rezistoarele etalon de c.c. şi transformatoarelor etalon de curent)	1		16 860
4.30.2.	pentru măsurarea tensiunii şi intensităţii curentului			8 320
4.31.	Instalaţii tip comparator inductiv de curent pentru etalonarea transformatoarelor de măsură de curent	2		10 400
4.32.	Compensatoare şi compensatoare universale de c.a. pentru măsurarea tensiunii, intensităţii curentului, puterii, impedanţei, admitanţei, rapoartelor de curenţi şi tensiuni; pentru un interval de măsurare	2	6 500	7 800
	— ptr. fiecare interval de măsurare suplimentar		520	520
4.33.	Instalaţii pentru verificarea şi etalonarea prin comparaţie a transformatoarelor de măsură, precum şi a impedanţelor şi admitanţelor de sarcină ale acestora, pentru un interval de măsurare	2	6 290	9 150
	— pentru fiecare interval de măsurare suplimentar		196	343
4.34.	Capete de măsurare termoelectrice de tensiune alternativă pînă la 2 V şi $f \leqslant 100$ kHz pentru o singură frecvenţă	1		938
	— ptr. fiecare frecvenţă suplimentară			187
4.35.	Capete de măsurare termoelectrice de curent alternativ pînă la 100 mA şi $f \leqslant 20$ kHz, pentru o singură frecvenţă	1		1 145
	— ptr. fiecare frecvenţă suplimentară			228

0	1	2	3	4
4.36.	Rezistoare adiţionale coaxiale pentru capete de măsurare pentru frecvenţe $f \leqslant 100$ kHz, pentru o singură frecvenţă	1		
4.36.1.	— ptr. tensiuni pînă la 60 V			1 350
4.36.2.	— ptr. tensiuni peste 60 V			1 560
	— prt. fiecare frecvenţă suplimentară			292
4.37.	Sunturi pentru capete de măsurare pentru frecvenţe $f \leqslant 50$ kHz, pentru o singură frecvenţă			
4.37.1.	pentru curenţi pînă la 50 mA			1 560
4.37.2.	pentru curenţi peste 50 mA			1 770
	— ptr. fiecare frecvenţă suplimentară			331
4.38.	Instalaţii pentru verificarea şi etalonarea ampermetrelor, voltmetrelor şi wattmetrelor, eroare max. 0,05%	1		
4.38.1.	pentru $f = 50$ Hz			20 740
4.38.2.	peste $f \leqslant 20$ kHz			33 160
4.39.	Condensatoare de valoare unică	2		
4.39.1.	clasă 0,02 ; 0,05 ; 0,1			447
4.39.2.	clasă 0,2 ; 0,5			260
4.40.	Condensatoare în decade pentru fiecare decadă	2		689
4.40.1.	clasă 0,02 ; 0,05 ; 0,1			518
4.41.	Condensatoare variabile pentru fiecare reper cifrat	2		
4.41.1.	clasă 0,05 ; 0,1			208
4.41.2.	clasă 0,2 ; 0,5 ; 1			104
4.42.	Truse calibre capacitive pentru verificarea umidometrelor	1		1 040
4.43.	RLC-metre digitale			
4.43.1.	clasă 0,02 ; 0,05 ; 0,1 ; 0,2 pentru un interval de măsurare	1	741	897
	— ptr. fiecare interval de măsurare suplimentar		119	156
4.43.2.	clasă 0,5 şi mai puţin precise	2	533	640
	— ptr. fiecare interval de măsurare suplimentar		104	119
4.44.	Punţi RLC de audiofrecvenţă			
4.44.1.	clasă 0,01 ; 0,02 ; 0,05 ; 0,1 pentru un interval de măsurare	1	1 295	1 725
	— ptr. fiecare interval de măsurare suplimentar		171	208
4.44.2.	clasă 0,2 ; 0,5 pentru un interval de măsurare	2	826	964
	— pentru fiecare interval de măsurare		137	171
4.45.	Inductoare de valoare unică	2		
4.45.1.	clasă 0,02 ; 0,05 ; 0,1			964
4.45.2.	clasă 0,2 şi mai puţin precise			622
4.46.	Cutie de inductoare de valori diferite clasă 0,5 şi mai puţin precise, pentru fiecare valoare indicată	2		130
4.47.	Inductoare în decade, pentru fiecare decadă clasă 0,1 ; 0,2 ; 0,5	2	481	619
4.48.	Divizoare inductive de tensiune pentru fiecare decadă	2		1 040
4.49.	Punţi de selsine şi rezolvere pentru o funcţiune	2	19 910	22 670

0	1	2	3	4
4.50.	Kilovoltmetre			
	clasă 0,2 ... 1 cu un interval de măsurare	2		5 380
	— ptr. fiecare interval de măsurare suplimentar			359
4.51.	Transformatoare de măsură de tensiune	2		
4.51.1.	pentru tensiuni pînă la 0,5 kV			
4.51.1.1.	clasa 0,1 și mai precise, cu un interval de măsurare			3 185
	— ptr. fiecare interval de măsurare suplimentar			312
4.51.1.2.	clasă 0,2 cu un interval de măsurare		1 300	1 925
	— ptr. fiecare interval de măsurare suplimentar		182	234
4.51.2.	pentru tensiuni între 0,5 kV și 35 kV, clasă 0,2 și mai precise cu un interval de măsurare			8 190
	— ptr. fiecare interval de măsurare suplimentar			780
4.51.3.	pentru tensiuni între 35 kV și 400 kV clasă 0,2 și mai precise cu un interval de măsurare			8 060
	— ptr. fiecare interval de măsurare suplimentar			1 040
4.52.	Transformatoare de măsură de curent	2		
4.52.1.	pentru curenți primari pînă la 100 A			
4.52.1.1.	clasă 0,02 și mai precise cu un interval de măsurare			1 300
	— ptr. fiecare interval de măsurare suplimentar			260
4.52.1.2.	clasă 0,05 ... 0,2 cu un interval de măsurare		520	520
	— ptr. fiecare interval de măsurare suplimentar		93	125
4.52.2.	pentru curenți primari în intervalul 100 ... 10 000 A			
4.52.2.1.	clasă 0,02 și mai precise cu un interval de măsurare			7 590
	— ptr. fiecare interval de măsurare suplimentar			468
4.52.2.2.	clasă 0,05 ; 0,1 ; 0,2 cu un interval de măsurare		2 550	4 835
	— ptr. fiecare interval de măsurare suplimentar		234	468
4.53.	Voltmetre, microvoltmetre și milivoltmetre de frecvențe înalte	1	832	1 625
4.53.1.	pînă la frecvența de 300 MHz			
	— ptr. fiecare interval de măsurare suplimentar		260	416
4.53.2.	pînă la frecvența de 1 000 MHz		1 250	1 935
	— ptr. fiecare interval de măsurare suplimentar		455	780
4.53.3.	peste frecvențe de 1 000 MHz		1 625	2 080
	— ptr. fiecare interval de măsurare suplimentar		455	988
4.54.	Voltmetre electronice vectoriale de frecvențe înalte pînă la 1 000 MHz	1	1 455	2 250
	— ptr. fiecare interval de măsurare suplimentar		858	1 380

0	1	2	3	4
4.55.	Măsurător de nivel (decibelmetre, nepermetre)	1	832	1 455
	— ptr. fiecare interval de măsurare suplimentar		312	832
4.56.	Atenuatoare :	1		
4.56.1.	pînă la frecvenţa de 10 MHz		1 105	2 420
4.56.2.	pînă la frecvenţa de 300 MHz		2 445	3 810
4.56.3.	pînă la frecvenţa de 1 000 MHz		2 860	4 680
4.56.4.	peste frecvenţa de 1 000 MHz		3 120	4 160
4.57.	Generatoare de semnal :	2		
4.57.1.	pînă la frecvenţa de 300 MHz		4 160	
4.57.2.	pînă la frecvenţa de 1 000 MHz		4 680	
4.57.3.	peste frecvenţa de 1 000 MHz		5 590	
4.58.	Generatoare de nivel	2	3 770	5 720
4.59.	Generatoare de markeri de timp (pentru osciloscoape)	2	3 770	4 680
4.60.	Generatoare de tensiune calibrare (pentru osciloscoape)	2	3 640	4 835
4.61.	Wattmetre electronice cu un cap de măsurare	2		
4.61.1.	pînă la frecvenţa de 300 MHz		3 770	5 200
	— ptr. fiecare cap de măsurare suplimentar		1280	1 735
4.61.2.	pînă la frecvenţa de 1 000 MHz		9 360	12 115
	— ptr. fiecare cap de măsurare suplimentar		3 460	4 850
4.61.3.	peste frecvenţa de 1 000 MHz		10 400	13 830
	— ptr. fiecare cap de măsurare suplimentar		3 810	5 200
4.62.	Linii de măsură	1		
4.62.1.	în ghid de unde pînă la 40 GHz		18 875	28 000
4.62.2.	coaxiale pînă la 10 GHz		13 335	20 745
4.63.	Capete de măsură de tensiune la frecvenţe peste 50 MHz	1	936	1 665
4.64.	Fluxmetre electronice	1	2 235	4 080
4.65.	Aparate pentru măsurarea inducţiei magnetice	1		
4.65.1.	cu traductor pe bază de RMN		6 890	8 555
4.65.2.	cu traductor clasă 1 şi mai precise (alte principii decît RMN)		2 430	4 080
	— ptr. fiecare traductor suplimentar		2 235	4 080
4.65.3.	cu traductor clasă 1,5 şi mai puţin precise		1 195	2 130
	— ptr. fiecare traductor suplimentar		780	1 925
4.66.	Mostre de material pentru verificarea permeametrelor :	2		
4.66.1.	materiale magnetice dure			3 405
4.66.2.	materiale magnetice moi cu circuit magnetic închis			3 360
4.66.3.	materiale magnetice moi cu circuit magnetic deschis			6 890
4.66.4.	materiale magnetice moi cu circuitul magnetic format parţial din mostre de măsurat			3 590
4.67.	Inductoare mutuale :	2		
4.67.1.	clasă 0,5 şi mai precise		2 210	3 590
4.67.2.	clasă 1		364	598
4.68.	Etaloane de inducţie magnetică în aer (cadru Helmholtz) clasă 0,2 ... 0,5	1		3 590

0	1	2	3	4
4.69.	Etaloane de inducţie magnetică pe bază de magneţi permanenţi	1		1 585
4.70.	Mostre de material pentru verificarea Instalaţiei Epstein	2		1 770
4.71.	Simulatoare de termorezistenţă	1	499	624
4.72.	Simulatoare de pH	1	812	1 040
4.73.	Simulatoare de umiditate	1	499	624
4.74.	Simulatoare de conductivitate	1	499	624
4.75.	Simulatoare de termocupluri	1	691	884
4.76.	Simulatoare ale detectoarelor electromagnetice de debit	1	1 290	1 560
5.	**Mijloace pentru măsurat MĂRIMI TERMICE**			
	TEMPERATURĂ			
5.1.	Termometre din sticlă cu lichid :	1		
5.1.1.	cu valoarea diviziunii $\leqslant$ 0,1°C		650	1 560
5.1.2.	cu valoarea diviziunii $>$ 0,1°C		260	1 300
5.2.	Termorezistenţe :	1		
5.2.1.	etalonate prin comparaţie			3 120
5.2.2.	etalonate la puncte fixe ale SIT—90			26 210
5.3.	Termocupluri	1		
5.3.1.	etalonate prin comparaţie			5 200
5.3.2.	etalonate la puncte fixe ale SIT—90			26 210
5.4.	Pirometre (etalonate prin comparaţie)	1		6 500
5.5.	Lămpi de temperatură (etalonate prin comparaţie)	1		6 500
	PUTERE CALORIFICĂ MASICĂ			
5.6.	Substanţe măsură în stare solidă (set cu 12 pastile)	I		8 340
5.7.	Substanţă măsură în stare solidă astificială (grafit + nisip)	I		17 305
	PUTERE CALORIFICĂ VOLUMICE			
5.8.	Substanţe măsură în stare gazoasă (SEG) :	I		19 990
5.8.1.	tip A			19 990
5.8.2.	tip B			19 990
6.	**Mijloace pentru măsurat MĂRIMI CARACTERISTICE RADIAŢIEI OPTICE**			
	MĂRIMI RADIOMETRICE			
	LUNGIME DE UNDĂ			
6.1.	Lămpi spectrale	250 h		7 800
6.2.	Filtre de lungime de undă :	2		
6.2.1.	interferenţiale			1 560
6.2.2.	cu pămînturi rare			3 120
	ENERGIE RADIANTĂ			
6.3.	Energimetre (joulmetre) optice (ptr. fiecare interval de măsurare)	2	6 640	11 940
	PUTERE RADIANTĂ			
6.4.	Powermetre (wattmetre) optice (ptr. fiecare interval de măsurare)	2	3 900	5 980
6.5.	Receptoare optice de putere radiantă :			
6.5.1.	spectrală			5 720
6.5.2.	globală			3 120

0	1	2	3	4
	RADIANȚĂ			
6.6.	Lămpi și radiatoare planckiene de radianță	50 h		
6.6.1.	spectrală			11 960
6.6.2.	globală			4 420
	EMITANȚĂ RADIANTĂ (energetică)			
6.7.	Surse de emitanță radiantă :	50 h*		
6.7.1.	spectrală			23 220
6.7.2.	globală			10 620
	IRADIANȚĂ (iluminare energetică)			
6.8.	Lămpi și radiatoare planckiene de iradianță	50 h*		
6.8.1.	spectrală			6 500
6.8.2.	globală			6 500
6.9.	Radiometre optice ptr. iluminat energetică (iradianțmetre) :	2		
6.9.1.	spectrale (pentru fiecare interval de măsurare		3 900	5 980
6.9.2.	globale (pentru fiecare interval de măsurare)		2 340	4 160
6.10.	Receptoare optice de iradianță :	2		
6.10.1.	spectrală			11 945
6.10.2.	globală			9 955
	RESPONSIVITATE			
6.11.	Receptoare optice de responsivitate :	2		
6.11.1.	spectrală			11 945
6.11.2.	globală			9 965
	EMISIVITATE			
6.12.	Mostre de emisivitate :	1		
6.12.1.	spectrală			9 290
6.12.2.	globală			7 300
	TEMPERATURĂ DE DISTRIBUȚIE			
6.13.	Lămpi și radiatoare planckiene de temperatură de distribuție	50 h		26 545
	DISTRIBUȚIA SPECTRALĂ RELATIVĂ A UNEI MĂRIMI RADIOMETRICE			
6.14.	Surse de radiație optică	50 h		26 545
	MĂRIMI FOTOMETRICE			
6.15.	Lămpi de intensitate luminoasă (ptr. fiecare temperatură de culoare)	25 h		2 600
	FLUX LUMINOS			
6.16.	Lămpi cu incandescență (ptr. fiecare temperatură de culoare)	25 h		1 560
6.17.	Lămpi cu descărcare electrică	25 h		2 340
6.18.	Lumenmetre	1	4 160	
6.19.	Goniofotometre	2	4 160	

0	1	2	3	4
	FACTOR DE ROȘU			
6.20.	Lămpi cu descărcare electrică	25 h		1 040
	LUMINANȚĂ			
6.21.	Lămpi de luminanţă	25 h		1 820
	ILUMINARE			
6.22.	Lămpi de iluminare (ptr. fiecare temperatură de culoare)	25 h		3 120
	MĂRIMI COLORIMETRICE COORDONATE (X, Y, Z) ȘI COMPONENTE (X, Y, Z) TRICROMATICE			
6.23.	Lămpi de coordonate și/sau componente tricromatice	25 h		1 820
6.24.	Plăci reflectante de coordonate și/sau componente tricromatice	1		7 300
6.25.	Filtre optice de coordonate și/sau componente tricromatice	1		7 300
6.26.	Spectrocolorimetre pentru coordonate și/sau componente tricromatice	2	5 310	9 955
	TEMPERATURĂ DE CULOARE			
6.27.	Lămpi de temperatură de culoare (ptr. fiecare valoare)	25 h		1 820
6.28.	Termocolorimetre (ptr. fiecare interval de măsurare)	2	780	1 560
6.29.	Filtre optice convertoare de temperatură de culoare	1		2 600
	MĂRIMI OPTICE DE MATERIAL FACTOR DE REFLEXIE			
6.30.	Plăci reflectante de factor spectral de reflexie (ptr. fiecare lungime de undă și fiecare geometrie de măsurare)	1		1 300
6.31.	Plăci reflectante de factor global de reflexie (ptr. fiecare temperatură de culoare fiecare receptor și fiecare geometrie de măsurare) :	1		
6.31.1.	măsurare spectrală			1 690
6.31.2.	măsurare globală			1 690
6.32.	Spectroreflectometre (ptr. fiecare geometrie de măsurare)	2	1 690	5 980
	FACTOR DE TRANSMISIE			
6.33.	Filtre optice de factor spectral de transmisie (ptr. fiecare lungime de undă)	1		1 560
6.34.	Filtre optice de factor global de transmisie (fiecare temperatură de culoare, fiecare receptor și fiecare geometrie de măsurare) :	1		
6.34.1.	măsurare spectrală			4 160
6.34.2.	măsurare globală			4 160
6.35.	Spectrotransmitometre (ptr. fiecare geometrie de măsurare)	2	5 310	9 955

0	1	2	3	4
	FACTOR DE LUMINANȚĂ			
6.36.	Plăci reflectante de factor spectral de luminanță (ptr. fiecare lungime de undă)	1		2 080
6.37.	Plăci reflectante de factor global de luminanță (ptr. fiecare temperatură de culoare)	1		
6.37.1.	măsurare spectrală			2 600
6.37.2.	măsurare globală			2 600
6.38.	Spectroreflectometre (ptr. fiecare factor de luminanță)	2	5 310	9 955
	GRAD DE ALB			
6.39.	Plăci reflectante de grad de alb	3 luni		390
6.40.	Leucometre	1	1 430	
	GRAD DE LUCIU			
6.41.	Plăci reflectante de grad de luciu (ptr. fiecare geometrie de măsurare)	1		2 155
6.42.	Aparate pentru măsurarea gradului de luciu, pentru o geometrie de măsurare	1	2 655	
	DENSITATE OPTICĂ PRIN REFLEXIE			
6.43.	Plăci reflectante de densitate optică prin reflexie (ptr. fiecare geometrie de măsurare)	1		3 980
6.44.	Densitometre optice prin reflexie	2	2 655	3 980
	DENSITATE OPTICĂ PRIN TRANSMISIE			
6.45.	Filtre optice de densitate optică prin transmisie (ptr. o treaptă a unei scări de densitate optică și fiecare geometrie de măsurare)	1		1 435
6.46.	Densitometre optice prin transmisie	2	5 310	5 640
	FACTOR SPECTRAL DE TRANSMISIE INTERNĂ			
6.47.	Filtre optice de factor spectral de transmisie internă (ptr. fiecare lungime de undă)	1		1 435
6.48	Spectrofotometre pentru transmisie internă	2	5 310	10 620
	INDICE DE REFLECȚIE			
6.49.	Refractometre tip Abbe	1	468	
7.	**Mijloace de măsurat MĂRIMI ACUSTICE**			
	FRECVENȚĂ			
7.1.	Surse de zgomot	1		
7.1.1.	Pistonfoane		1 040	1 410
7.1.2.	Calibratoare de nivel sonor		1 040	1 410
	CIMP SONOR PLAN			
7.2.	Microfoane	1	2 080	3 515

0	1	2	3	4
	PRAG DE AUDIBILITATE			
7.3.	Ureche artificială	1	3 980	
7.4.	Mastoidă artificială	1	10 750	
8.	**Mijloace de măsurat MĂRIMI CARACTERISTICE CHIMIEI FIZICE ȘI FIZICII MOLECULARE**			
	DENSITATE (lichide)			
8.1.	Densimetre pentru intervalul 0,650... 1 840 g . cm^{-3}, cu diviziunea de 0,0005 gcm^{-3} și 0,0002 gcm^{-3}	2	975	1 950
	CONCENTRAȚIE ALCOOLICĂ			
8.2.	Alcoolmetre cu diviziunea de 0,1% (procentre de masă sau volum)	2	975	1 950
8.3.	Alcoolmetre cu diviziunea de 0,2 (procente de masă sau volum)	2	442	994
	CONCENTRAȚIE MASICĂ ȘI MOLECULARĂ			
8.4.	Soluții de concentrație masică pentru un component chimic	1		5 750
8.5.	Etalon de transfer de concentrație masică	1		5 750
8.6.	Mostre de concentrație solide	1		5 750
8.7.	Amestecuri de gaze :	1		
8.7.1.	cu 2 componente			1 040
8.7.2.	cu 2 componente, componentul de interes fiind $< 0,1\%$ vol.			1 560
8.7.3.	cu 3 componente			1 300
8.7.4.	cu 4 componente			1 560
	UMIDITATE			
8.8.	Senzori electrochimici de umiditate (higristori)	1	832	2 290
8.9.	Pshiometre cu termometru cu diviziunea de 0,2°C	1		9 020
	pH			
8.10.	Soluții de pH	1		1 950
	CONDUCTIVITATE ELECTROLITICĂ			
8.11.	Celule de conductivitate electrolitică de laborator	2	624	1 795
9.	**Mijloace de măsurat MĂRIMI CARACTERISTICE RADIAȚIILOR IONIZANTE**			
	ACTIVITATE (Bq)			
9.1.	Instalația de măsurare a activității aerosolilor radioactivi emitatori alfa, beta sau gama cu un bloc de detecție		10 555	17 190
9.2.	Instalație de etalonare în activitate sau emisie a surselor radioactive	1		
9.2.1.	pentru surse emițătoare X sau gama			20 695
9.2.2.	pentru surse emițătoare beta			20 695
9.2.3.	pentru surse emițătoare alfa			12 415
9.2.4.	pentru surse de neutroni (statice)			12 415
9.2.5.	pentru soluții radioactive			41 390

0	1	2	3	4
9.3.	Surse radioactive etalon de activitate sau emisie			
9.3.1.	surse solide de radiaţii gama sau X	2		6 210
9.3.2.	soluţii radioactive			6 210
9.3.3.	surse solide de radiaţii beta (punctiforme)	2		6 210
9.3.4.	surse solide de radiaţii beta (de suprafaţă)	2		12 415
9.3.5.	surse solide de radiaţii alfa	1		6 210
9.3.6.	surse statice de neutroni	2		28 970
	DOZA ABSORBITĂ ŞI KERMA (G)			
9.4.	Dozimetru de radiaţii X şi gama cu un singur bloc de detecţie		10 555	12 415
9.5.	Dozimetru de radiaţii beta cu un bloc de detecţie		11 590	13 345
	ECHIVALENTUL DOZEI (Sv)			
9.6.	Sistem dozimetric termoluminiscent :	1		
9.6.1.	pentru radiaţii X şi gama		20 695	23 960
9.6.2.	pentru radiaţii beta		20 695	23 960
	EXPUNERE ($C.kg^{-1}$)			
9.7.	Expozimetru cu un singur bloc de detecţie	1	10 555	12 415
	DEBITUL DOZEI ABSORBITE ŞI DEBIT DE KERMA ($Gy.)\,g^{-1}$			
9.8.	Debitmetru de radiaţii X şi gama cu un singur bloc de detecţie	1	7 035	10 350
9.9.	Debitmetru de radiaţii beta cu un singur bloc de detecţie	1	8 085	12 415
9.10.	Surse radioactive emiţătoare de radiaţii X şi gama etalonate în debit de kerma la 1 m	2	6 210	6 830
	DEBIT DE EXPUNERE ($A.kg^{-1}$)			
9.11.	Debitmetru de expunere cu un singur bloc de detecţie	1	7 035	10 350
9.12.	Surse radioactive emiţătoare de radiaţii X şi gama etalonate în debit de expunere la 1 m	2	6 210	
	ENERGIA RADIAŢIILOR			
9.13.	Sisteme spectrometrice cu detectoare de înaltă rezoluţie (multicanal)	1		12 415
9.14.	Generatoare de radiaţii X folosite ca etaloane de energie a radiaţiilor X filtrate	1		12 415

CAP. II. Mijloace de măsurare de lucru (*L*)

Nr. poziţii LO	Denumirea mijlocului de măsurare	Perioada maximă a verificării (ani)	Tarife (lei)
0	1	2	3
1.	**Mijloace de măsurat MĂRIMI DE SPAŢIU ŞI TIMP**		
	LUNGIME		
1.1.	Măsuri gradate, rigle ptr. ţesături	2	39
1.2.	Rulete şi panglici :		
1.2.1.	— cu $L \leqslant 2$ m	1	52
1.2.2.	— cu $2 < L \leqslant 5$ m fără lest	2	104
	— ptr. fiecare interval suplimentar peste 5 m		52
1.2.3.	— cu $2 < L \leqslant 5$ m, cu lest	2	208
	— ptr. fiecare interval suplimentar peste 5 m		52
1.3.	Fire geodezice din invar	1	2 560
1.4.	Mire :		
	— de nivel cu bandă din invar	2	832
1.4.2.	— orizontale, din invar, tip Bala	3	1 250
1.4.3.	— topografice	3	260
1.5.	Aparate de măsurat elementele căii ferate sau de metrou :	1	
1.5.1.	— şabloane		208
1.5.2.	— aparate de măsurat ecartamentul şi suprainălţarea		416
1.6.	Telemetre :	2	
1.6.1.	— cu $L < 50$ m		3 900
1.6.2.	— cu $L \geqslant 50$ m		16 590
1.7.	Vîrtelniţe	3	260
1.8.	Maşini de metrat lungimea ţesăturilor, cablurilor (1) ; (2)	2	2 080
1.9.	Aparate în două coordonate ptr. măsurarea deplasării construcţiilor	2	1 040
1.10.	Nivelmetre pentru măsurarea nivelului lichidelor	2	2 190
1.11.	Lunete de aliniament	2	1 560
	ARIE		
1.12.	Planimetre (polare, radiale, de rădăcină pătrată) :	1	780
	— ptr. regleta de control		260
	— ptr. determinarea constantelor		520
1.13.	Maşini de măsurat arii (2)	2	1 560
	VOLUM		
1.14.	Baloane cotate, pipete, eprubete, calorimetrice, cilindri, pahare conice etc. cu un singur reper.	I	109
1.15.	Pipete, eprubete colorimetrice, cilindri, pahare conice, fiole gradate pentru centrifugă, eritrometre etc., cu două sau mai multe repere sau cu scară gradată	I	109
1.16.	Micropipete, picnometre	I	208
1.17.	Biurete şi microbiurete	I	208
1.18.	Butirometre	2	460
1.19.	Seringi medicale	I	109
1.20	Contoare pentru lichide altele decît apa	1	
1.20.1	— cu d_{nom} pînă la 50mm inclusiv		1 900

0	1	2	3
1.20.2.	— cu d_{nom} peste 50 mm		1900
1.21.	Contoare de apă (apometre)	2	
1.21.1.	— cu debitul nominal pînă la 1 m³/h inclusiv		572
1.21.2.	— cu debitul nominal între 1 m³/h și 10 m³/h inclusiv		572
1.21.3.	— cu debitul nominal între 10 m³/h și 250 m³/h inclusiv.		572
1.21.4.	— cu debitul nominal peste 250 m³/h		572
	— ptr. verificarea dispozitivelor suplimentare de transmitere la distanță sau înregistrare		260
1.22.	Contoare de volum pentru gaze (verificare cu aer)	2	
1.22.1.	— cu debitul maxim pînă la 1,6 m³/h inclusiv		624
1.22.2.	— cu debitul maxim între 1,6 m³/h și 6 m³/h inclusiv		624
1.22.3.	— cu debitul maxim între 6 m³/h și 25 m³/h inclusiv		624
1.22.4.	— cu debitul maxim peste 25 m³/h		624
	NOTĂ pentru verificarea fiecărui dispozitiv suplimentar (semnalizare, înregistrare, de transmitere la distanță).		260
1.23.	Cisterne auto utilizate ca vase măsură	2	
1.23.1.	— cu volum total pînă la 10 m³ inclusiv		1 860
1.23.2.	— cu volum total peste 10 m³		1 860
1.24.	Instalație cu contor pentru măsurarea cantității de lichide (altele decît apa) (2)	1	
1.24.1.	— cu debit maxim pînă la 10 m³/h inclusiv		2 205
1.24.2.	— cu debit maxim peste 10 m³/h		2 205
1.25.	Măsuri de volum din sticlă folosite în comerț	1	50
1.26.	Măsuri de volum din metal folosite în comerț	1	
1.26.1.	— cu volumul nominal pînă la 1 dm³ inclusiv		96
1.26.2.	— cu volumul nominal peste 1 dm³		96
1.27.	Măsuri cu plutitor pentru lapte	1	96
1.28.	Dozatoare pentru cantități de lichide (1) (2)	1	
1.28.1.	— cu volume dozate pînă la 1 dm³ inclusiv		587
1.28.2.	— cu volume dozate peste 1 dm³		587
1.29.	Butoaie de bere	1	2 140
1.30.	Butoaie (în afară de cele pentru bere) și budane utilizate ca vase măsură	3	
1.30.1.	— cu volumul total pînă la 5 m³ inclusiv (2)		2 140
1.30.2.	— cu volumul total peste 5 m³		2 140
1.31.	Rezervoare de măsurare pentru lichide (calibrare de volum total) (2)	5	
1.31.1.	— cu volumul total pînă la 15 m³ inclusiv.		7 070
1.31.2.	— cu volumul total peste 15 m³ pînă la 40 m³ inclusiv		7 070
1.32.	Rezervoare de măsurare pentru lichide (calibrare cu tabelă centimetrică de calibrare). (2)	5	
1.32.1.	— cu volumul total pînă la 15 m³ inclusiv		7 070
1.32.2.	— cu volumul total peste 15 m³ pînă la 40 m³ inclusiv		7 070
1.33.	Rezervoare de măsurare cu volum total peste 40 m³ (2)	10	— Deviz
1.34.	Sisteme de măsurare a cantităților de fluide (traductor de debit + aparat integrator, indicator) (1)	2	Deviz
	— ptr. verificarea pe componente se percep tarifele acestora (indicate la LO la mărimea măsurată).		

0	1	2	3
	UNGHI PLAN		
1.35.	Teodolite :	1	
1.35.1.	— cu valoarea diviziunii $\leqslant 1''$ (3^{cc})		6 500
1.35.2.	— valoarea diviziunii $> 1''$ (3^{cc})		5 200
1.36.	Tahimetre :	1	
1.36.1.	— cu valoarea diviziunii $\leqslant 1''$ (3^{cc})		7 800
1.36.2.	— cu valoarea diviziunii $> 1''$ (3^{cc})		5 200
1.37.	Aparate de nivelment geomeric cu lunetă	1	
1.37.1.	— cu cerc gradat		6 500
1.37.2.	— fără cerc gradat		3 900
	TIMP		
1.38.	Generatoare (ceasornice) de impulsuri de tact pentru telecomunicaţii	1	1 105
1.39.	Ceasornice programatoare pentru contoare de energie electrică	*	330
1.40.	Echipamente de contorizare după durată şi distanţă a convorbirilor telefonice (2)	2	Deviz
1.41.	Cronometre :	1	
1.41.1.	— mecanice		234
1.41.2.	— digitale		2 015
	* corelat cu perioada de verificare a contoarelor de energie electrică		
	VITEZĂ LINIARĂ		
1.42.	Vitezometre pentru autovehicole	1	208
1.43.	Vitezometre şi instalaţii pentru măsurarea vitezei la locomotive şi rame de metrou	1	1 350
1.44.	Aparate pentru controlul vitezei de circulaţie a autovehiculelor (Cinemometre de control rutier)	1	4 655
1.45.	Anemometre pentru mină şi pentru macarale	1	325
2.	**Mijloace de măsurat MĂRIMI CARACTERISTICE FENOMENELOR PERIODICE ŞI CONEXE**		
	FRECVENŢĂ		
2.1.	Frecvenţmetre utilizate la măsurări în cadrul tranzacţiilor de energie electrică (vînzare, cumpărare sau tranzit) :	1	
2.1.1.	— Indicatoare		294
2.1.2.	— înregistratoare		741
3.	**Mijloace de măsurat MĂRIMI MECANICE**		
	MASĂ		
3.1.	Mase de lucru :	1	
3.1.1.	— clasa 1		442
	— pentru operaţiile de ajustare		221
3.1.2.	— clasa 2 şi 3		156
	— pentru operaţiile de ajustare		78
3.1.3.	— clasa 4 şi 5		39
	— pentru operaţiile de ajustare		17
3.2.	Balanţe de lucru :	1	
3.2.1.	— clasa 1 (2)		1 820
3.2.2.	— clasa 2 şi 3		1 300
3.2.3.	— clasa 4 şi 5		390
3.2.4.	— de cereale de 1 litru		390
3.2.5.	— de torsiune		780
3.3.	Balanţe compuse şi ptr. sugari	1	260
3.4.	Balanţe romane	1	195

0	1	2	3
3.5.	Balanţe semiautomate :	1	
3.5.1.	— cu sau fără greutăţi adiţionale		260
3.5.2.	— cu indicarea preţului		390
3.5.3.	— de dozat şi însăcuit		1 040
3.6.	Balanţe automate	1	1 560
3.7.	Balanţe pentru scopuri speciale :	1	
3.7.1.	— ptr. determinarea cantităţii de apă în grăsimi, a umidităţii firelor, a fineţei firelor.		390
3.7.2.	— de înclinare, pentru scrisori		104
3.8.	Bascule zecimale	1	520
3.9.	Bascule romane transportabile	1	
3.9.1.	— cu limită maximă ⩽ 1 000 kg.		780
3.9.2.	— cu limită maximă > 1 000 kg		1 300
3.10.	Bascule romane şi semiautomate stabile : (2)	1	
3.10.1.	— cu platformă şi grilaj, cu rezervor, cu pîlnie, cu cîrlig cu destinaţie specială		
3.10.1.1.	— cu limită maximă ⩽ 5 000 kg		1 040
3.10.1.2.	— cu limită maximă > 5 000 kg		1 300
3.10.2.	— pod pentru vehicule rutiere : (1) ; (2)		
3.10.2.1.	— cu limita maximă ⩽ 50 000 kg		7 800
3.10.2.2.	— cu limita maximă > 50 000 kg		10 400
3.10.3.	— pod pentru vagonete şi electrocare :(1) ; (2)		
3.10.3.1.	— cu limita maximă ⩽ 10 000 kg		4 420
3.10.3.2.	— cu limita maximă > 10 000 kg		6 500
3.10.4.	— pod pentru vagoane : (1) ; (2)		
3.10.4.1.	— cu limita maximă ⩽ 75 000 kg		10 400
	— cu limita maximă > 75 000 kg		13 000
	— ptr. capul de cîntărire		260
3.11.	Bascule semiautomate transportabile :	1	
3.11.1.	— cu limita maximă ⩽ 5 000 kg		1 040
3.11.2.	— cu limita maximă > 5 000 kg		1 300
	— ptr. capul de cîntărire		260
3.12.	Instalaţie de cîntărit, dozat şi ambalat (maxim 2 aparate) (2)		7 800
	— ptr. fiecare aparat (de cîntărit, dozat, însăcuit şi ambalat) suplimentar		2 600
3.13.	Aparate de cîntărit electronice cu funcţionare neautomată (2)	1	
3.13.1.	— de precizie specială, (simbol I) :		
3.13.1.1.	— clasă 1		8 625
3.13.1.2.	— clasă 2		7 630
3.13.1.3.	— clasă 3		6 700
3.13.2.	— de precizie superioară, (simbol II), (clasa 4)		5 310
3.14.	Aparate de cîntărit electronice cu funcţionare neautomată de precizie medie (simbol III) şi precizie inferioară (simbol IIII) :	1	
3.14.1.	— balanţe cu limită maximă ⩽ 20 kg		3 265
3.14.2.	— balanţe cu afişarea preţului şi limita maximă ⩽ 2kg (2)		3 265
3.14.3.	— bascule cu limita maximă ⩽ 1 000 kg		7 890
3.14.4.	— bascule cu limită maximă între 1 000 kg şi 10.000 kg inclusiv.(2)		10 845
3.14.5.	— bascule pod cu limita maximă ⩽ 10 000 kg (2)		27 110
3.14.6.	— bascule pod rutiere cu limită maximă între 10 000 şi 20 000 kg inclusiv (2)		30 425
3.14.7.	— bascule pod ptr. vehicule rutiere şi vagoane cu limita maximă între 20 000 şi 50 000 kg (2)		36 145
3.14.8.	— bascule pod ptr. vehicule rutiere şi vagoane cu limită maximă > 50 000 kg (2)		39 460
3.15.	Aparate de cîntărit electronice cu funcţionare automată : (2)	1	

0	1	2	3
3.15.1.	— bascule de dozat şi însăcuit		18 620
3.15.2.	— bascule totalizatoare continue (cîntare de bandă).		61 220
3.16.	Instalaţii electronice cu funcţionare automată pentru cîntărit, dozat, însăcuit şi ambalat (maxim 2 aparate) (2)		42 780
	— pentru fiecare aparat suplimentar		15 855
3.17.	Instalaţii de cîntărire din mers : (2)	1	
3.17.1.	— pentru vagoane CF		15 600
3.17.2.	— pentru vehicule rutiere		13 000
	NOTĂ : Pentru verificarea dispozitivelor suplimentare ale aparatelor de cîntărit se percep :		
	— pentru dispozitive de înregistrare/imprimare		1 715
	— pentru dispozitive de transmitere la distanţă		4 420
	FORŢĂ		
3.18.	Dinamometre clasă 1 ... 3 cu forţa maximă :	1	
3.18.1.	— pînă la 0,1 kN inclusiv	1	312
3.18.2.	— între 0,1 şi 100 kN inclusiv		1 145
3.18.3.	— peste 100 kN		2 185
3.19.	Maşini pentru încercarea statică a metalelor la tracţiune, compresiune, forfecare sau încovoiere de la 0,1 kN la 5 MN (pentru un sens de solicitare şi un interval de măsurare) (2)	1	3 250
	— pentru al doilea sens de solicitare		2 415
	— pentru fiecare interval de măsurare suplimentar		2 415
	NOTĂ : Pentru verificarea maşinilor conform normelor ASTM se aplică tariful majorat cu coef. 1,5		
3.20.	Maşini pentru încercarea statică a betoanelor şi cimenturilor la compresiune sau încovoiere de la 0,1 kN 0,1 kN la 5 MN (pentru un singur interval de măsurare) (2)		3 120
	— pentru fiecare interval de măsurare suplimentar		2 600
3.21.	Indicatoare de sarcină în cabluri	2	
3.21.1.	— pînă la 100 kN inclusiv		1 145
3.21.2.	— peste 100 kN		2 185
	MOMENTUL CUPLULUI DE FORŢĂ		
3.22.	Maşini şi aparate pentru măsurarea cuplului de frînare la autovehicule	1	5 200
3.23.	Chei dinamometrice	1	
3.23.1.	— pînă la 150 Nm inclusiv pentru un singur sens de solicitare		312
	— pentru al doilea sens de solicitare		221
3.23.2.	— peste 150 Nm pînă la 5 kNm inclusiv, pentru un sens de solicitare		832
	— pentru al doilea sens de solicitare		624
	PRESIUNE		
3.24.	Manometre pentru măsurarea presiunii în pneurile autovehiculelor (clasă 1 ... 4)	1	208
3.25.	Aparate pentru măsurarea presiunii arteriale (mecanice)	1	208

0	1	2	3
3.26.	Manometre cu element elastic clasă 0,6 —4 utilizate în măsurări care privesc sănătatea și securitatea persoanelor.	1	286
3.27.	Manometre, vacuummetre, manovacuummetre sau manometre diferențiale cu lichid pentru presiuni relative, utilizate în măsurări care privesc sănătatea și securitatea persoanelor.	2	1 820
3.28.	Traductoare de presiune diferențială relativă și absolută, cu semnal de ieșire unificat sau neunificat utilizate ca părți componente ale sistemelor de măsurare a energiei termice și cantităților de fluide :	1	
3.28.1.	— clasa 0,1 ... 0,6		1 940
3.28.2.	— clasa 1 și mai puțin precise		1 350
	DEBIT (de masă sau volum)		
3.29.	Debitmetre electromagnetice, cu turbină, cu ultrasunete, cu inserție, Vortex-părți componente ale sistemelor de măsurat cantități de fluide sau energie termică :		
3.29.1.	— cu debit maxim $\leqslant$ 20 m³/h		1 170
3.29.2.	— cu debit maxim între 20 m³/h și 500 m³/h		1 940
3.29.3.	— cu debit maxim $>$ 500 m³/h,		2 730
3.30.	Debitmetre cu diferență de presiune variabilă — părți componente ale sistemelor de măsurat cantități de fluide sau energie termică.	1	625
3.31.	Dispozitive de strangulare — părți componente ale sistemelor de măsurat cantități de fluide sau energie termică (verificare dimensională)	3	
3.31.1.	— diafragme		260
3.31.2.	— ajutaje și tuburi Venturi		832
	— pentru verificarea calculului dispozitivului de strangulare	1	1 820
	NOTĂ : Pentru verificarea corectitudinii montajului aparatelor de la pozițiile 3.28., 3.29., 3.30.	1	2 215
3.32.	Contor electronic cu dipozitiv de strangulare pentru gaze (verificarea blocului electronic)	1	12 620
3.33.	Ansambluri de măsurare a debitului de apă în sisteme de curgere cu nivel liber (cu canale, deversoare sau praguri de măsurare).		
	— verificarea dimensională a canalului, deversorului sau pragului de măsurare. (1) ; (2)	3	25 795
	— verificarea calculului canalului deversorului sau pragului de măsurare.	1	5 970
	— verificarea aparatului secundar, indicator, integrator și/sau înregistrator.	1	8 090
	ENERGIE (mecanică)		
3.34.	Ciocane pendul pentru încercarea materialelor la șoc (pentru un singur pendul și o singură energie de lansare) (2)	2	2 600
	— pentru fiecare pendul suplimentar și fiecare energie suplimentară de lansare		2 340
	NOTĂ : Pentru verificarea ciocanelor pendul conform normelor ASTM tariful se majorează cu coeficientul 1,8		

0	1.	2	3
	DURITATE		
3.35.	Aparate de încercare statică a durității metalelor (5)	1	
3.35.1.	— Rockwell A, B, C, D, E, F, G, H, K (pentru o scară)		780
	— pentru fiecare scară suplimentară.		468
3.35.2.	— Brinell (pentru o scară) cu K = 30		1 540
	— pentru fiecare scară suplimentară cu K = 30		1 250
	— pentru fiecare scară suplimentară cu K ≠ 30		143
3.35.3.	— Vickers (pentru o scară)		988
	— pentru fiecare scară suplimentară		676
3.35.4.	— Rockwell superficială cu scările N15, 30, 45, și T 15, 30, 45 (pentru o scară).		780
	— pentru fiecare scară suplimentară		676
3.35.5.	— Vickers în microsarcini și Knoop (pentru o scară)		988
	— pentru fiecare scară suplimentară		676
3.36.	Aparate pentru încercarea statică a durității cauciucului, maselor plastice (Shore, IRHD) (2)	1	
	— pentru o scară		312
	— pentru fiecare scară suplimentară		260
3.37.	Aparate de încercare dinamico-elastică a metalelor (pentru o scară) (2)	1	468
	— pentru fiecare scară suplimentară		390
4.	**Mijloace pentru măsurat MĂRIMI CARACTERISTICE ELECTROMAGNETISMULUI**		
4.1.	Aparate pentru măsurarea prizelor de pământ	2	455
4.2.	Contoare monofazate de energie electrică		
4.2.1.	— clasă 0,1 și 0,2 pentru o tensiune nominală și un curent nominal	1	2 215
	— pentru fiecare tensiune nominală, curent nominal sau schemă de conexiune suplimentară.		416
4.2.2.	— clasă 0,5 pentru o tensiune nominală și un curent nominal	1	1 040
	— pentru fiecare tensiune nominală, curent nominal sau schemă de conexiune suplimentare.		280
4.2.3.	— clasă 1 pentru o tensiune nominală și un curent nominal	2	416
	— pentru fiecare tensiune nominală, curent nominal sau schemă de conexiune suplimentare		104
4.2.4.	— clasă de precizie 2 și mai puțin precise	5	39
	— pentru fiecare dispozitiv suplimentar		13
4.3.	Contoare trifazate de energie electrică		
4.3.1.	— clasă 0,2 și mai precise pentru o tensiune nominală, un curent nominal și o schemă de conexiune	1	2 550
	— pentru fiecare tensiune nominală, curent nominal sau schemă de conexiune suplimentare		416
4.3.2.	— clasă 0,5 pentru o tensiune nominală, un curent nominal și o schemă de conexiune	1	1 300
	— pentru fiecare tensiune nominală, curent nominal sau schemă de conexiune suplimentare		416
4.3.3.	— clasă 1 pentru o tensiune nominală, un curent nominal și o schemă de conexiune	2	520
	— pentru fiecare tensiune nominală, curent nominal sau schemă de conexiune suplimentare		130
4.3.4.	— clasă 2 și mai puțin precise	3	130
	— pentru fiecare dispozitiv suplimentar		52

0	1	2	3
4.4.	Însumatoare (totalizatoare) pentru contoare de energie electrică		
4.4.1.	— clasă 0,5 și mai precise	1	1 300
	— pentru fiecare tarif suplimentar		208
4.4.2.	— clasă 1 și mai puțin precise	2	1 040
	— pentru fiecare tarif suplimentar		130
4.5.	Înregistratoare cu funcțiuni multiple pentru complexe de contoare de energie electrică		
4.5.1.	— clasă 0,5 și mai precise	1	1 300
	— pentru fiecare tarif suplimentar		200
4.5.2.	— clasă 1 și mai puțin precise	2	780
	— pentru fiecare tarif suplimentar		162
4.6.	Transformatoare de măsură, de tensiune clasă 0,5 și 1 utilizate împreună cu contoarele de energie electrică, cu un interval de măsurare	2	
4.6.1.	— pînă la 0,5 kV inclusiv		338
4.6.2.	— între 0,5 — 35 kV inclusiv		2 990
4.6.3.	— între 35 și 400 kV inclusiv		4 210
	— pentru fiecare interval de măsurare suplimentar		520
4.7.	Transformatoare de măsură, de curent clasă 0,5 și 1 utilizate împreună cu contoarele de energie electrică, cu un interval de măsurare	2	
4.7.1.	— pînă la 100 A inclusiv		130
	— între 100 și 10 000 A inclusiv		2 210
4.7.2.	— pentru fiecare interval de măsurare suplimentar		117
4.8.	Kilovoltmetre (în conexiune directă) clasă 1,5 cu un interval de măsurare	2	1 090
	— pentru fiecare interval de măsurare suplimentar.		164
4.9.	Ohmmetre peste 10^6 Ω utilizate pentru măsurarea rezistenței de izolație, pentru un interval de măsurare	2	1 950
	— pentru fieeare interval de măsurare suplimentar.		325
5.	**Mijloace pentru măsurat MĂRIMI TERMICE**		
	TEMPERATURĂ		
5.1.	Termometre din sticlă cu lichid :	1	
5.1.1.	— umane și veterinare		39
5.1.2.	— pentru incubatoare (nou născuți)		1 950
5.2.	Ansambluri pentru măsurarea temperaturii (traductori și aparat indicator, înregistrator sau regulator) utilizate ca părți componente ale sistemelor de măsurat energie termică sau măsurări care privesc sănătatea și securitatea persoanelor.	1	780
	— pentru verificarea pe componente se percep tarifele acestora (stabilite în LO la mărimea măsurată)		
5.3.	Traductoare de temperatură și termometre utilizate în sisteme de măsurat energie termică sau în măsurări care privesc sănătatea și securitatea persoanelor :	1	
5.3.1.	— Termometre metalice și manometrice		260
5.3.2.	— Termorezistențe		312
5.3.3.	— Termocupluri		390
5.4.	Aparate electrice sau electronice indicatoare și înregistratoare de temperatură utilizate în măsurări care privesc sănătatea și securitatea persoanelor	1	390

0	1	2	3
	ENERGIE TERMICĂ		
5.5.	Aparat de calcul și integrare, parte componentă a sistemului de măsurare a energiei termice :	1	
5.5.1.	— cu integrator mecanic		5 200
5.5.2.	— cu integrator electronic		7 200
.6.5	Sisteme de măsurare a energiei termice	1	Deviz
6.	**Mijloace pentru măsurat MĂRIMI CARACTERISTICE RADIAȚIEI OPTICE**		
	MĂRIMI OPTICE DE MATERIAL		
6.1.	Fummetre	1	1 300
6.2.	Refractometre :	1	
6.2.1.	— de imersie de flux (2)		468
6.2.2.	— de imersie de laborator		468
6.2.3.	— de mînă		468
6.3.	Dioptrimetre, Focometre	1	780
6.4.	Lentile oftalmologice (pentru o bucată)	2	156
7.	**Mijloace de măsurat MĂRIMI ACUSTICE**		
	NIVEL DE PRESIUNE SONORĂ		
7.1.	Sonometre	1	4 160
	DOZĂ DE ZGOMOT		
7.2.	Dozimetre de zgomot	1	1 300
	PRAG DE AUDIBILITATE		
7.3.	Audiometre tonale portabile	1	2 080
7.4.	Audiometre tonale clinice	1	2 080
8.	**Mijloace pentru măsurat MĂRIMI CARACTERISTICE CHIMIEI FIZICE ȘI FIZICII MOLECULARE**		
	DENSITATE (lichide)		
8.1.	Densimetre :	2	
8.1.1.	— pentru intervalul (0,650 ... 1,840) g/cm³ cu valoarea diviziunii 0,0005 g/cm³ și 0,0002 g/cm³.		975
8.1.2.	— pentru intervalul (0,650 ... 1,000) g/cm³ cu valoarea diviziunii 0,001 g/cm³		442
8.1.3.	— pentru intervalul (1,000 ... 1,840) g/cm³ cu valoarea diviziunii 0,001 g/cm³		442
8.2.	Lactodensimetre	1	442
8.3.	Termodensimetre	1	442
	CONCENTRAȚIE		
8.4.	Alcoolmetre (în procente de masă sau volum) :	2	
8.4.1.	— cu valoarea diviziunii de 0,1%		975
8.4.2.	— cu valoarea diviziunii de 0,2%		442
8.4.3.	— cu valoarea diviziunii de 1,0%		442
8.5.	Zaharometre	1	442
8.6.	Ebuliometre	1	468
8.7.	Etilmetre pentru aplicarea reglementărilor privind circulația rutieră	1	2 000
8.8.	Spectrometre cu absorbție atomică (1); (2)	1	7 650
8.9.	Fotometre cu flacără (1); (2)	1	7 650
8.10.	Spectrofotometre cu absorbție moleculară (1); (2)	1	
8.10.1.	— în vizibil		4 335
8.10.2.	— în ultraviolet și vizibil		6710
8.10.3.	— în infraroșu		6 710

0	1	2	3
8.11.	Fotocolorimetre : (1); (2)	1	
8.11.1.	— medicale		4 335
8.11.2.	— pentru poluanţi		4 335
8.11.3.	— pentru produse petroliere		4 335
8.12.	Turbidimetre	1	4 335
8.13.	Spectrofotometre automate (1); (2)	1	
8.13.1.	— medicale		7 430
8.13.2.	— pentru analiza produselor alimentare		7 430
8.13.3.	— pentru analiză poluanţi.		7 430
8.14.	Spectrometre cu emisie în plasmă (utilizate pentru analiza produselor alimentare şi analiză poluare)	1	7 650
8.15.	Analizoare automate de concentraţie medicale, pentru produse alimentare (1); (2)	1	7 430
8.16.	Analizoare de gaze :	1	
8.16.1.	— portabile		650
8.16.2.	— staţionare (2)		1 040
	— pentru fiecare interval de măsurare suplimentar şi dispozitive de semnalizare şi transmitere la distanţă		661
8.17.	Cromatografe pentru analize de gaze	1	2 080
	— ptr. fiecare detector suplimentar		1 385
	UMIDITATE		
8.18.	Traductoare electrochimice de umiditate utilizate în industria alimentară	1	832
8.19.	Umidimetre pentru cereale şi seminţe oleaginoase	1	390
	— ptr. fiecare soi de cereale sau seminţe suplimentar		208
	pH		
8.20.	pH — metre de laborator	1	468
	— pentru fiecare interval de măsurare suplimentar		234
	— pentru fiecare electrod de pH suplimentar	0,5	234
8.21.	pH-metre industriale utilizate în tratarea apelor reziduale. (2)	1	1 300
	— pentru fiecare interval de măsurare şi dispozitiv suplimentar		208
	CONDUCTIVITATE ELECTROLITICĂ		
8.22.	Celule de conductivitate electrolitică de laborator	1	624
8.23.	Conductometre :	1	
8.23.1.	— de laborator		728
	— pentru fiecare interval de măsurare suplimentar		169
8.23.2.	— industriale, utilizate în tratarea apelor reziduale (2)		1 300
	— pentru fiecare dispozitiv suplimentar		208
8.24.	Titrimetre conductometrice de laborator	1	728
	— pentru fiecare interval de măsurare suplimentar		169
	UNGHI DE ROTAŢIE OPTICĂ		
8.25.	Polarimetre zaharimetrice	1	468
9.	**Mijloace pentru măsurat MĂRIMI CARACTERISTICE RADIAŢIILOR IONIZANTE**		
	ACTIVITATE (Bq)		
9.1.	Numărător de particule cu un bloc de detecţie	1	7 035
9.2.	Instalaţie de măsurare a activităţii cu un bloc de detecţie, pentru un radionuclid	1	10 555

0	1	2	3
9.3.	Instalaţie de măsurare a activităţii cu scintilatori lichizi şi schimbare automată a probelor, pentru un radionuclid.	1	4 550
9.4.	Instalaţie de măsurare a activităţii aerosolilor radioactivi emiţători alfa, beta, sau gama cu un bloc de detecţie.	1	12 415
9.5.	Contaminometru de radiaţii cu un singur bloc de detecţie.	1	
9.5.1.	pentru radiaţii X şi gama		12 415
9.5.2.	pentru radiaţii beta		12 415
9.5.3.	pentru radiaţii alfa		12 415
	DOZA ABSORBITĂ şi KERMA (Gy)		
9.6.	Dozimetru de radiaţii X şi gama cu un singur bloc de detecţie	1	10 555
9.7.	Dozimetru de radiaţii beta cu un bloc de detecţie	1	11 590
	ECHIVALENTUL DOZEI (Sv)		
9.8.	Dozimetru de radiaţii X şi gama cu un singur bloc de detecţie	1	10 555
9.9.	Sistem dozimetric termoluminiscent	1	
9.9.1.	pentru radiaţii X şi gama		20 695
9.9.2.	pentru radiaţii beta		20 695
	EXPUNERE ($C.kg^{-1}$)		
9.10.	Expozimetru cu un singur bloc de detecţie	1	10 555
	DEBITUL DOZEI ABSORBITE ŞI DEBIT DE KERMA ($Gy.s^{-1}$)		
9.11.	Debitmetru de radiaţii X şi gama cu un singur bloc de detecţie	1	7 035
9.12.	Debitmetru de radiaţii beta cu un singur bloc de detecţie	1	8 080
	DEBIT ECHIVALENT DE DOZĂ ($Sv.s^{-1}$)		
9.13.	Debitmetru de radiaţii X şi gama cu un bloc de detecţie	1	7 035
	DEBIT DE EXPUNERE ($A.kg^{-1}$)		
9.14.	Debitmetru de expunere cu un singur bloc de detecţie	1	7 035
	ENERGIA RADIAŢIILOR (eV)		
9.15.	Sisteme spectrometrice cu detectoare de rezoluţie joasă (monocanal)	1	8 280
9.16.	Sisteme spectrometrice cu detectoare de înaltă rezoluţie (multicanal)	1	12 415
	MAI MULTE MĂRIMI		
9.17.	Stilodozimetru cu citire directă, cu aparat de încărcare.	1	164
9.18.	Stilodozimetru cu citire indirectă, cu aparat de încărcare — măsurare.	1	769
	— pentru fiecare stilodozimetru suplimentar care se utilizează cu acelaşi aparat de încărcare.		330

0	1	2	3
9.19.	Avertizor de debit de expunere sau de debit de doză absorbită pentru radiații X, gama sau beta cu un bloc de detecție și un prag prestabilit	1	690
	— pentru avertizoare cu prag reglabil, pentru fiecare prag verificat.		690
9.20.	Avertizoare de doză absorbită (sau de expunere) pentru radiații X, gama sau beta cu un bloc de detecție și un prag prestabilit.	1	3 315
	— pentru avertizoare cu prag reglabil pentru fiecare prag verificat.		689
10.	**Mijloace pentru măsurat MĂRIMI DIFERITE**		
10.1.	Taximetre	1	2 000
10.2.	Cronotahigrafe	1	6 080
10.3.	Aparate sau instalații pentru reglarea și verificarea farurilor autovehiculelor	1	Deviz
10.4.	Instalații pentru verificarea geometriei sistemului de direcție al autovehiculelor (2)	1	Deviz
10.5.	Electroencefalografe	1	19 245
10.6.	Electrocardiografe și electrocardioscoape	1	16 590
10.7.	Aparat pentru măsurarea volumului respirator	1	17 920

NOTĂ

1. Pentru operațiuni de asistență tehnică efectuate odată cu verificarea sau etalonarea metrologică (reglaje suplimentare față de cele prevăzute în normele de metrologie ; consultanță tehnică pentru punerea în funcțiune, utilizarea și întreținerea mijloacelor de măsurare) se încasează un tarif de 600 lei/oră efectiv prestată.

2. **Tarife pentru transportul dus-întors al utilajelor, etaloanelor și al personalului metrologic**

Se percep ori de cîte ori verificarea sau etalonarea se execută la fața locului, necesitînd transport de utilaje, etaloane și personal metrologic. Tarifele percepute sînt următoarele :

a) în cazul efectuării transportului cu mijloacele auto din dotarea organelor teritoriale ale Biroului Român de Metrologie Legală :

— 100 lei/km la transport cu autolaborator DACIA

— 150 lei/km la transport cu autospeciale de 10—12 t pentru verificarea podurilor basculă

b) în cazul efectuării transportului cu mijloace de transport în comun (autobuz, tren) tariful va fi echivalent cu costul transportului practicat de societatea de transport respectivă.

INM INSTITUTUL NAȚIONAL DE METROLOGIE

Șos. Vitan-Bîrzești 11 ● București 75669 ● România Tel: (400) 343520
Fax: (400) 346585
Telex: 11871 inmb r

CONDUCTOMETRU DIGITAL
tip GD 1.05

Este un aparat de laborator care împreună cu o celulă de conductivitate servește la măsurarea conductivității electrolitice a soluțiilor apoase și neapoase. Mărimea măsurată este afișată cu 4 cifre, cu indicarea virgulei, a unității de măsură și cu semnalizarea depășirii intervalului de măsurare

DESCRIERE

Aparatul îndeplinește următoarele funcții:
1. Măsurarea conductivității în intervalul 0 ... 500 mS/cm în 6 subintervale de măsurare.
2. Măsurarea temperaturii în intervalul 0 ... 60°C. Măsurarea conductivității se face în curent alternativ, la două frecvențe de lucru selectate automat în funcție de valoarea conductivității măsurate. Aparatul este dotat cu un etaj de corecție automată a variației conductivității cu temperatura care se realizează în intervalul 0 ... 100 °C pentru coeficientul de temperatură 0 ... 10%/grad C.

CARACTERISTICI GENERALE

Intervalul de măsurare a conductivității: 0 ... 500 mS/cm cu 6 subintervale:

5 ... 50 ... 500 μS/cm

5 ... 50 ... 500 mS/cm

Eroarea de bază: ±0,5 %
Alegerea constantei celulei de măsurare 0 ... 10
Compensarea automată a efectului de temperatură în intervalul 0 ... 100°C
Coeficient de temperatură 0 ... 10 %°C
Posibilitatea măsurării temperaturii în intervalul 0 ... 60°C cu o eroare de 0,5°C.
Afișarea digitală cu 4 cifre și indicarea virgulei zecimale
Tensiunea de alimentare: 220 V ± 10 %, cu frecvența de 50 Hz ± 5 %
Putere constantă: max. 25VA
Dimensiuni și masă:

- lățime: 315 mm
- înălțime: 160 mm
- adîncime: 305 mm
- masă: 2,5 kg

Aparatul se livrează împreună cu:
1) Celulă de măsurare a conductivității care este construită din sticlă cu electrozi din platină platinată. Constanta celulei este în jur de 1±0,5 iar dimensiunile celulei sunt:

$L = 140 \pm 5$ mm

$Ø = 15 \pm 2$ mm

2) Traductorul de temperatură este Pt 100TTR 07.2.01 35.781. care este conectat cu un cablu special pe panoul spate al aparatului
La cererea beneficiarului, suplimentar,
— se pot construi variante destinate unor intervale restrînse de măsurare;
— se poate adăuga o ieșire în semnul unificat.

ORSZÁGOS KÖZPONT 1883 MÉRÉSÜGYI HIVATAL INFORMÁCIÓS

INM INSTITUTUL NAȚIONAL DE METROLOGIE

Șos. Vitan-Bîrzești 11 ● București 75669 ● România Tel: (400) 343520
Fax: (400) 346585
Telex: 11871 inmb r

CONDUCTOMETRU DIGITAL
tip GD 1.05

Este un aparat de laborator care împreună cu o celulă de conductivitate servește la măsurarea conductivității electrolitice a soluțiilor apoase și neapoase. Mărimea măsurată este afișată cu 4 cifre, cu indicarea virgulei, a unității de măsură și cu semnalizarea depășirii intervalului de măsurare

DESCRIERE

Aparatul îndeplinește următoarele funcții:
1. Măsurarea conductivității în intervalul 0 ... 500 mS/cm în 6 subintervale de măsurare.
2. Măsurarea temperaturii în intervalul 0 ... 60°C. Măsurarea conductivității se face în curent alternativ, la două frecvențe de lucru selectate automat în funcție de valoarea conductivității măsurate. Aparatul este dotat cu un etaj de corecție automată a variației conductivității cu temperatura care se realizează în intervalul 0 ... 100 °C pentru coeficientul de temperatură 0 ... 10%/grad C.

CARACTERISTICI GENERALE

Intervalul de măsurare a conductivității: 0 ... 500 mS/cm cu 6 subintervale:

5 ... 50 ... 500 μS/cm

5 ... 50 ... 500 mS/cm

Eroarea de bază: ±0,5 %
Alegerea constantei celulei de măsurare 0 ... 10
Compensarea automată a efectului de temperatură în intervalul 0 ... 100°C
Coeficient de temperatură 0 ... 10 %°C
Posibilitatea măsurării temperaturii în intervalul 0 ... 60°C cu o eroare de 0,5°C.
Afișarea digitală cu 4 cifre și indicarea virgulei zecimale
Tensiunea de alimentare: 220 V ± 10 %, cu frecvența de 50 Hz ± 5 %
Putere constantă: max. 25VA
Dimensiuni și masă:

- lățime: 315 mm
- înălțime: 160 mm
- adîncime: 305 mm
- masă: 2,5 kg

Aparatul se livrează împreună cu:
1) Celulă de măsurare a conductivității care este construită din sticlă cu electrozi din platină platinată. Constanta celulei este în jur de 1±0,5 iar dimensiunile celulei sunt:

$L = 140 \pm 5$ mm

$Ø = 15 \pm 2$ mm

2) Traductorul de temperatură este Pt 100TTR 07.2.01 35.781. care este conectat cu un cablu special pe panoul spate al aparatului
La cererea beneficiarului, suplimentar,
— se pot construi variante destinate unor intervale restrînse de măsurare;
— se poate adăuga o ieșire în semnul unificat.

ORSZÁGOS KÖZPONT 1883 MÉRÉSÜGYI HIVATAL INFORMÁCIÓS

COREMI S.C.
Aparate Electronice de Măsură şi Industriale

PRODUCE şi LIVREAZĂ:

— **Multimetre digitale tip E 0309 M** (4 1/2 cifre; eroare de bază max.: 0,01 % c.s. ±0,01 % ct; rezoluţie tensiuni continue şi alternative: 10 μV; domeniu tensiuni: 10 μV ... 1000 V; domeniu rezistenţe: 10 mΩ ... 2 000 kΩ; curenţi)

— **Microvoltmetre** — compensatoare pentru măsurarea termocuplelor (rezoluţie: 1 μV);

— **Megohmmetre digitale tip No 343** (4 cifre; domeniu: 0,1 ... 100 000 MΩ);

— **Punţi RCL automate portabile tip N 1405** (3 1/2 cifre)

— **Turometre portabile M 1012** (Traductor magnetic; domeniu: 60 ... 300 000 rot/min; alimentare baterie şi reţea)

— **Fluxmetre digitale** (domeniu inducţie magnetică 0,01 mT ... 2T ; domeniu flux: 1 μWb ... 20 MWb)

— **Fazmetre numerice**

— **Surse stabilizate de tensiune continuă tip M 3111** 2 × (0 ... 30V); curenţi 2×(0 ... 1 A)

— **Sisteme de cîntărire automată**

— **Standuri pentru măsurat traductoare şi service general tip ST 102**

— **Standuri pentru măsurări în energetică**

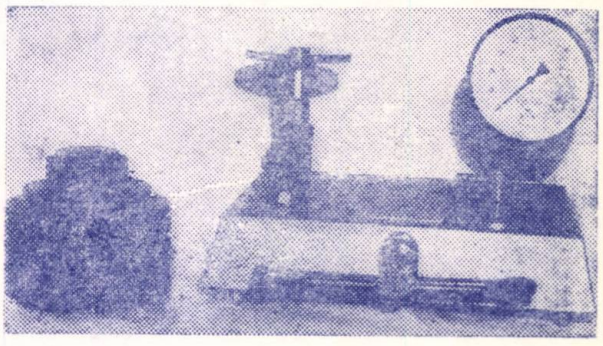
— **Standuri de măsură şi control în petrochimie**

COREMI: Calea Griviţei nr. 355
sector 1 Bucureşti
Telefon 6655090/483 (Bir. Marketing)

METROLOGIA S.A.
BUCUREŞTI

CEL MAI AUTORIZAT PARTENER AL DUMNEAVOASTRĂ DIN ROMÂNIA ÎN DOMENIUL APARATURII METROLOGICE DE ÎNALTĂ PERFORMANŢĂ

Execută o gamă largă de mijloace de măsurare, inclusiv etaloane printre care :



- mase etalon secundar ord. IV şi de lucru
- greutăţi comerciale
- manometre cu piston şi greutăţi şi pompe pentru verificat manometre

1994 JUN 16

- aparate pentru verificat nivele şi comparatoare
- compensatoare tehnice şi termocompensatoare
- cuptoare pentru etalonat termocupluri şi simulatoare de termocupluri
- pH-metre şi conductometre
- rezistoare etalon şi în decade
- punţi de curent continuu şi alternativ
- contoare etalon de energie electrică monofazată şi trifazată
- transformatoare etalon de curent şi tensiune
- divizoare de tensiune continuă şi alternativă
- megohmmetre şi teraohmmetre

SERVICIILE NOASTRE VĂ STAU LA DISPOZIŢIE PENTRU : reparaţii, service, proiectare, reglare , calibrare şi verificare metrologică a mijloacelor de măsurare.

REŢINEŢI ! PENTRU APARATURĂ DE MĂSURARE DE PRECIZIE RIDICATĂ, INCLUSIV ETALOANE, ADRESAŢI-VĂ LA :

METROLOGIA S.A.

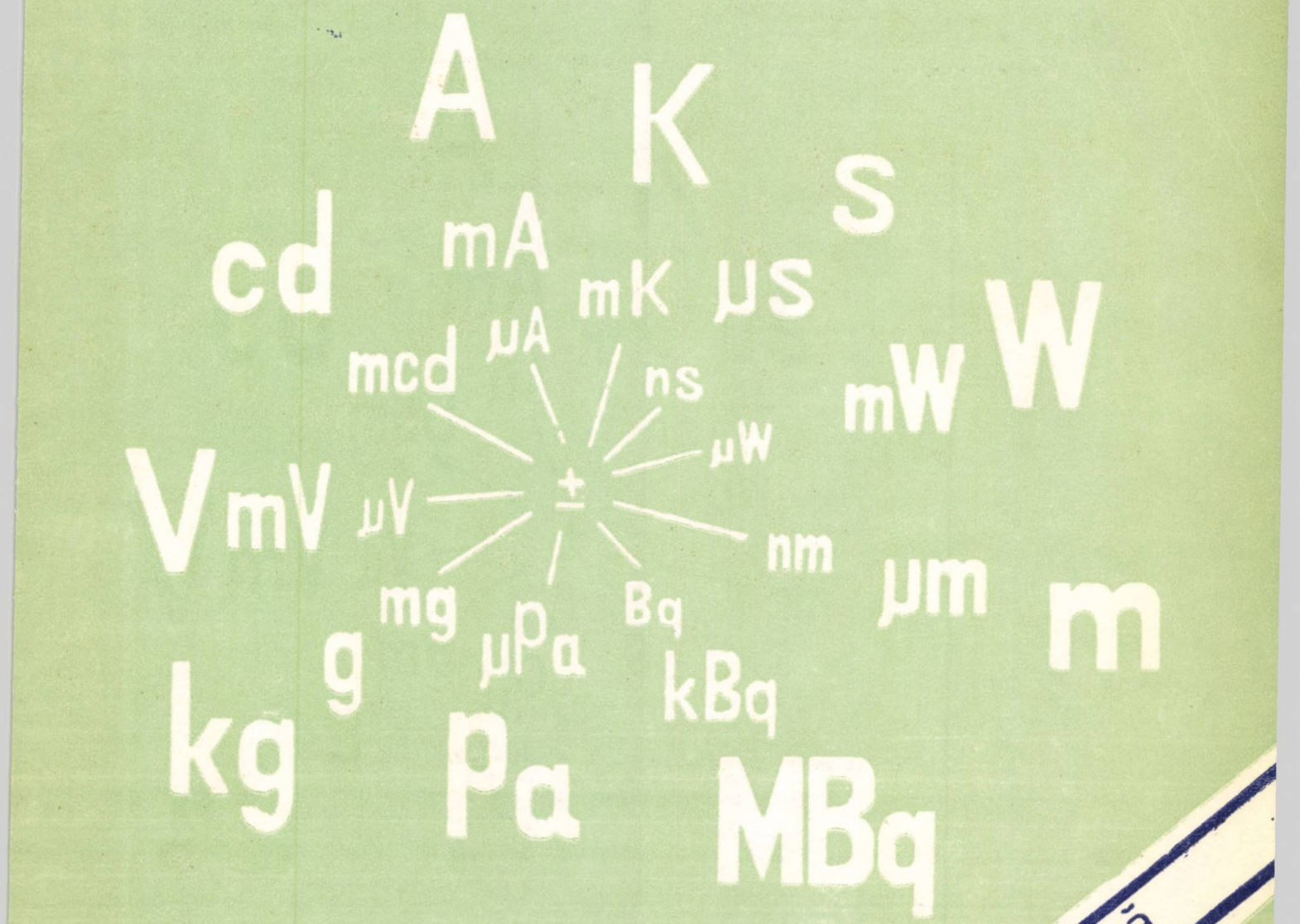
Şos. Vitan-Bîrzeşiti nr. 11
Sector 4 Bucureşti
CP — 30
Telefon : (401) 643.31.55
Fax : (401) 631.31.55
Telex : 11871 i.n.m.b.r.
Cod fiscal : 389677
Cont : 30.98.7.01.01
B.C.R. fil. sect. 4 Bucureşti
ROMANIA

150 lei

E 8225

INM Nr. 2/1993

metrologie



serie nouă

SUMMARY

PETRU GABRIEL IORDĂCHESCU : Romanian Bureau of Legal Metrology (short presentation) 50
PAUL DÂRVARIU : Legal Metrology and the Market Economy (I) 53
DRAGOȘ BOICIUC : The Use of Lasers in Length Measurement (I)— The HeNe Laser Radiation as Length Measure 56
BRÂNDUȘA PANTELIMON, LAURENȚIU ILIE : Dimensions Measuring System Using Inductive Transducers and Digital Data Processing 62
*** Metrology of „Clean Air" in Europe 64

NOTES
INFORMATION
OFICIAL PART

*** Tariff for Metrological Verification and Calibration of Certain Measuring Instruments . . . 73

SOMMAIRE

PETRU GABRIEL IORDĂCHESCU : Bureau Roumain de Métrologie Légale (courte présentation) 50
PAUL DÂRVARIU : La métrologie légale et l'économie de marché (I). 53
DRAGOȘ BOICIUC : L'utilisation des lasers dans la métrologie des longueurs (I) — La radiation du laser à HeNe comme mesure de longueur . . 56
BRÂNDUȘA PANTELIMON, LAURENȚIU ILIE : Système pour mesurer les dimensions en utilisant un capteur inductif et le traitment numérique de l'information 62
*** La métrologie de „l'air pur" en Europe 64

NOTOS
INFORMATION
PARTIE OFFICIELE

*** Tarif pour la vérification métrologique et l'étalonnement des certains moyens de mesure . . . 73

REDACȚIA ȘI ADMINISTRAȚIA

INSTITUTUL NAȚIONAL DE METROLOGIE

Șos Vitan-Bîrzești nr. 11, tel. 6342060 și
344030/191 ; București ; 75669

ISSN 1220—546 X

Cererile pentru abonamente vor fi adresate redacției în contul 309800201 BCR, filiala sector 4.
Costul unui abonament anual este 600 lei.

*

Cititorii din străinătate pot contracta abonamente prin : ILEXIM — Departamentul export-import presă, București, str. Decembrie nr. 3 P.O.B. 146—137 Telex 12226

*

Cererile pentru reclame în revistă vor fi înaintate redacției.

Lei 150

METROLOGIE

INFORMÁCIÓS KÖNYVTÁR 1993 ORSZÁGOS MÚSZAKI

Publicaţie tehnico-ştiinţifică

editată de

INSTITUTUL NAŢIONAL DE METROLOGIE

SUMAR

PETRU GABRIEL IORDĂCHESCU: Biroul Român de Metrologie Legală (scurtă prezentare) 50

PAUL DÂRVARIU: Metrologia legală şi economia de piaţă (I) 53

DRAGOŞ BOICIUC: Laserul în metrologia lungimilor (I) — Laserul He-Ne — radiaţie măsură de lungime 56

BRÂNDUŞA PANTELIMON, LAURENŢIU ILIE: Sistem de măsurări dimensionale cu traductoare inductive, cu prelucrare digitală a informaţiei . . 62

* * * Metrologia "aerului curat" în Europa 64

NOTE

INFORMAŢII

PARTEA OFICIALĂ,

* * * Lista de tarife pentru verificarea şi etalonarea metrologică a unor mijloace de măsurare 73

***

Colectivul de redacţie: fiz. Dragoş Boiciuc, Viorica Burciu *(secretar de redacţie)*, ing. chim. Mirela Buzoianu, ing. Gabriel Iordăchescu, fiz. Gheorghe Ispăşoiu, dr. ing. Aurel Millea *(redactor responsabil)*, ing. Ionel Urdea.

METROLOGIE, vol. XL (Serie nouă) nr. 2/1993, p. 49 — 96

Biroul român de metrologie legală
(Scurtă prezentare)

PETRU GABRIEL IORDĂCHESCU*)

Abstract: *The structure and functioning of the Romanian Bureau of Legal Metrology is prosented as its policy and strategy, as a follower of the Romanian tradition in the field of metrology, wihin the framework of its integration in the European metrological structures. Its position as a specialized body of the central public administration is pointed out and the necessity to maintain its neutrality and equidistance in its relations with individnals and legal bodies is emphasized.*

Résumé: *On présente l'orgnnization et le fonctionnement du Bureau Roumain de Métrologie Légale la statégie çu'il mène comme continuateur de la tradition métrologique roumaine en vuə de sa intégration dans les structures métrologique européenes. On soulignes son róle comme organisme spécialisé de l'administration publiçue centrale et la necessité de mentenir la neutralité et l'équidistance dans les raports avec les individus et les presonnes civiles assujettés aux dispositions de métrologie legale.*

Biroul Român de Metrologie Legală este noul organ oficial al metrologiei de stat din România, destinat să continue o tradiție al cărui reper de referință îl constituie promulgarea, de către domnitorul Alexandru Ioan Cuza, a primei legi naționale a metrologiei, la 15 septembrie 1864.

Biroul a luat ființă la 28 august 1992, prin reorganizarea fostei Comisii Naționale pentru Standarde, Metrologie și Calitate, pe baza Hotărârii Guvernului nr. 481/1992 și are ca responsabilitate coordonarea și supravegherea aplicării prevederilor Ordonanței Guvernului nr. 20/1992, privind activitatea de metrologie, care urmează să devină Legea metrologiei, după aprobarea ei de către Parlament.

Biroul Român de Metrologie Legală (BRML) este un organ de specialitate al administrației publice centrale, având nivelul de direcție generală, în subordinea directă a Guvernului, constituit ca instituție publică de interes național, cu caracter interministerial și interdisciplinar, care asigură servicii tehnice specifice, necesare tuturor celorlalte domenii de activitate economică și socială și care supraveghează respectarea legislației metrologice pe întregul teritoriu național.

Instituția este neutră din punct de vedere politic, fiind obligată să aplice, în mod coerent și consecvent, următoarele politici, care nu sunt emanații ale sale:

— politica statului, exprimată prin legile adoptate de Parlament și, în primul rând, prin legea metrologiei;

— politica statului, exprimată prin convențiile internaționale, referitoare la metrologie, la care România este parte;

— politica Guvernului, care, în cadrul stabilit de politica statului, dispune prioritățile sau obiectivele determinate de conjunctura economică sau socială.

Pentru punerea în aplicare a acestor politici instituția metrologică beneficiază de avantajul unei tradiții de secole în metrologia internațională, care a permis sedimentarea și consacrarea unor principii și reguli de bază, recunoscute și aplicate de toate țările civilizate. Această împrejurare a făcut ca metrologia de stat să fie relativ mai puțin influențată, în esență, de conjunctura politică, evoluția ei fiind paralelă mai ales cu dezvoltarea tehnico-științifică și economică, sub protecția benefică a celor două convenții internaționale, de bază în domeniul metrologiei, la care România este parte semnatară:

— Convenția metrului (1875), care instituie Conferința Generală de Măsuri și Greutăți, Comitetul Internațional de Măsuri și Greutăți și Biroul Internațional de Măsuri și Greutăți, având ca preocupări principale Sistemul internațional de unități de măsură (SI) și etaloanele de definiție ale acestora:

— Convenția care instituie o Organizație Internațională de Metrologie Legală, o Conferință Internațională de Metrologie Legală, un Comitet Internațional de Metrologie Legală și un Birou Internațional de Metrologie Legală (1955), având ca preocupări principale armonizarea legislațiilor metrologice naționale ale țărilor membre și rezolvarea coordonată a problemelor tehnice și administrative legate de utilizarea mijloacelor de măsurare.

Având în vedere aceste antecedente favorabile și bazându-se, în egală măsură, pe experiența structurilor anterioare, noul organism metrologic a reușit să-și elaboreze o strategie care să conducă, în ultimă instanță, la o integrare europeană a României și în acest domeniu.

O introducere în strategia BRML implică reiterarea unor elemente distinctive, necesare pentru înlăturarea unor confuzii. O primă distincție trebuie făcută între metrologie, ca disciplină științifică și metrologia ca instituție. Metrologia, ca disciplină științifică, poate fi definită, pe scurt, drept știința și tehnica măsurărilor. Metrologia, ca instituție, comportă, de asemenea, necesitatea unor distincții,

* Biroul Român de Metrologie Legală, B-dul Nicolae Bălcescu nr. 21, București

deoarece în multe țări, inclusiv în România, există mai multe instituții de metrologie, dintre care cel puțin una este instituție de stat sau cu capital de stat. Această aparentă inadvertență își are originea într-o departajare din ce în ce mai accentuată între diversele ramuri ale metrologiei, care și-au precizat obiecte și direcții de activitate distincte. În țările dezvoltate, se face următoarea departajare între ramurile metrologiei, cărora le pot corespunde sau nu și organisme sau instituții de resort : metrologia științifică, metrologia legală și metrologia industrială.

Metrologia științifică are ca obiect unitățile de măsură și sistemele de mărimi și unități, etaloanele de definiție și cele primare ale unităților de măsură și teoria generală a măsurărilor, inclusiv calculul erorilor și incertitudinilor de măsurare, abordate la modul general.

Metrologia industrială constituie transpunerea, într-un anumit sens, a metrologiei științifice în planul practic-aplicativ și are în vedere tehnica măsurării unor mărimi concrete și asigurarea corectitudinii măsurărilor, prin garantarea trasabilității lor la etaloanele de definiție, cu deosebire, în domeniul industriei, dar nu numai.

Metrologia legală este partea metrologiei supusă unor reglementări oficiale obligatorii (legi, hotărâri, instrucțiuni, norme, proceduri), care au ca scop protejarea populației împotriva efectelor dăunătoare ale măsurărilor inexacte sau false și, în general, asigurarea corectitudinii măsurărilor în situațiile când acestea intevin în relațiile dintre părți cu interese diferite sau contradictorii. Metrologia legală se intersectează, parțial, atât cu metrologia științifică, cât și cu cea industrială, această suprapunere trebuind interpretată nu în sensul că metrologia legală își însușește părți din celelalte, ci că aceste părți sunt supuse unor rigori suplimentare, care să asigure anumite garanții, absolut necesare scopului menționat.

Strategia BRML își propune obiectivele, căile și metodele prin care pot fi îndeplinite obiectivele, precum și mijloace și resurse pe care poate conta sau pentru care trebuie să se lupte pentru a le obține.

Obiectivul fundamental al strategiei coincide cu obiectivul fundamental al metrologiei românești, în ansamblu : asigurarea uniformității și corectitudinii măsurărilor în România. Acest obiectiv este comun tuturor ramurilor metrologiei, iar îndeplinirea lui constituie una dintre funcțiile cu caracter permanent ale statului. Uniformitatea măsurărilor constă în folosirea acelorași unități de măsură, de către toți utilizatorii, în toate împrejurările, iar corectitudinea măsurărilor rezidă în efectuarea acestora cu o încertitudine și un nivel de încredere corespunzătoare scopului căruia îi este destinată informația obținută prin măsurare.

La obiectivul fundamental se adaugă obiectivul principal, specific metrologiei legale, care constă în asigurarea legalității măsurărilor efectuate în România, în domeniile de interes public. Legalitatea măsurărilor este definită prin asigurarea garanției publice asupra uniformității și corectitudinii acestora, pe baza unor prevederi oficiale și obligatorii.

Cele două obiective au o arie comună, dar, așa cum s-a arătat, aceasta decurge din specificul metrologiei legale. Prezentarea lor distinctă este necesară deoarece există și elemente care le deosebesc, iar cel de al doilea obiectiv deține ponderea majoritară în volumul activității BRML.

Pentru caracterizarea completă a obiectivului principal al metrologiei legale este de mare importanță definirea exactă și exhaustivă a domeniilor de interes public. Această definire riguroasă este absolut necesară, deoarece din ea decurg efecte juridice, însă constituie o sarcină extrem de dificilă, datorită diversității foarte mari a situațiilor existente, și, mai ales, a situațiilor posibile. În stadiul actual, domeniile de interes public sunt cele în care, pe bază de măsurare, se realizează :

a) tranzacții comerciale ;

b) determinarea unor mărimi importante pentru sănătatea oamenilor (medicină, farmacie, fabricarea și controlul medicamentelor), pentru protecția muncii și a mediului, pentru siguranța traficului de călători și mărfuri ;

c) determinarea unor impozite, taxe, tarife, prime, amenzi, remunerații, indemnizații sau alte redevențe de tip similar ;

d) determinarea mărimilor necesare în aplicarea unor normative oficiale, cu caracter obligatoriu și în expertizele judiciare ;

e) preambalarea produselor destinate vânzării cu amănuntul, direct către public.

Căile și metodele, care urmează a fi folosite pentru realizarea obiectivelor propuse, sunt cele de uz curent pentru orice organism tehnico-administrativ, la care se adaugă și unele cu caracter specific. În rezumat, acestea sunt următoarele : informarea, coordonarea, inițiativa legislativă și normativă, asigurarea tehnică a reproducerii, conservării și transmiterii unităților de măsură, colaborarea cu alte organisme naționale și internaționale, educația în domeniul metrologiei, controlul metrologic al statului, constrângerea prin aplicarea sancțiunilor legale, dezvoltarea și adaptarea permanentă la noile condiții, atunci când acestea se modifică.

Mijloacele și resursele de care dispune BRML pentru ca, prin aplicarea metodelor menționate, să-și atingă obiectivele, sunt :

1) mijloace normative (legi, hotărâri, instrucțiuni, norme) ;

2) mijloace materiale — patrimoniu propriu care cuprinde: imobile, spații în folosință, etaloane, instalații, utilaje, mobilier, mijloace informatice, de comunicație și de transport;

3) resurse financiare — sursa principală de finanțare este bugetul statului, la care se adaugă o mică cotă din veniturile extrabugetare ale laboratoarelor și eventuale donații;

4) personal cu pregătire superioară și medie, în limita posturilor aprobate.

Organizarea și funcționarea BRML sunt conforme cu Hotărârea Guvernului nr. 481/1992 care precizează atribuțiile și structura organizatorică. Printre atribuțiile mai importante, pot fi menționate:

a) elaborarea unor acte normative, în domeniu;

b) atestarea etaloanelor din Sistemul național de etaloane;

c) supravegherea etaloanelor naționale;

d) elaborarea unor programe de dezvoltare a activității de metrologie;

e) avizarea temelor de cercetare din domeniul metrologiei legale, finanțate de la buget;

f) efectuarea controlului metrologic al statului asupra măsurărilor și mijloacelor de măsurare din domeniile de interes public;

g) constatarea contravențiilor și aplicarea sancțiunilor;

h) acordarea sau retragerea autorizațiilor pentru exercitarea activităților de metrologie prevăzute de lege;

i) acordarea sau retragera aprobării de model pentru fabricarea și importul mijloacelor de măsurare;

j) certificarea mijloacelor de măsurare;

k) organizarea și asigurarea funcționării rețelei de laboratoare de etalonări și verificări metrologice.

Pentru îndeplinirea acestor atribuții, BRML are un aparat central, cu un număr maxim de 50 posturi, distribuite în patru direcții: direcția norme, reglementări și autorizări; direcția tehnică și verificări metrologice; direcția planificare, sinteză și control; direcția economico-administrativă, la care se mai adaugă și un serviciu de contencios. În subordinea BRML, se află:

— 14 inspecții interjudețene de metrologie, cu finanțare de la buget și personalitate juridică, având, pe ansamblu, un număr maxim de 220 posturi;

— un laborator de încercări pentru aprobări de model, extrabugetar;

— laboratoare teritoriale de metrologie, extrabugetare, în toate județele;

— Institutul Național de Metrologie din București, instituție publică cu personalitate juridică, funcționând în regim de institut de cercetări științifice și având gestiune proprie.

Institutul Național de Metrologie are un rol aparte în structura BRML, preocuparea sa principală fiind metrologia științifică și, în subsidiar, cea industrială, deci un rol oarecum complementar în raport cu preocupările de bază ale BRML, ceea ce nu înseamnă că aportul său în domeniul metrologiei legale este de neglijat. Institutul are următoarele atribuții:

a) efectuează cercetări științifice și tehnice în domeniul metrologiei;

b) asigură conservarea și perfecționarea etaloanelor naționale pe care le deține și urmărește garantarea exactității lor prin comparații cu etaloanele internaționale;

c) transmite unitățile de măsură de la etaloanele primare la etaloanele secundare;

d) efectuează, la cerere, alte lucrări de metrologie și prestări de servicii, autorizate în condițiile prevăzute de lege;

e) participă la lucrările organismelor internaționale și regionale privind etaloanele primare și la orice alte manifestări internaționale pe probleme de metrologie, altele decât cele de metrologie legală.

Pentru orientarea activității de cercetare și a principalelor direcții de dezvoltare din domeniul metrologiei, este în curs de constituire, pe lângă Institutul Național de Metrologie, un Consiliu consultativ de metrologie, în care participă reprezentanți ai BRML, ministerelor, asociațiilor profesionale, patronatului și alți specialiști.

În noua sa structură și prin revenirea la menirea sa fundamentală, Biroul Român de Metrologie Legală este deschis colaborărilor și inițiativelor de natură să situeze metrologia românească la nivelul îndreptățit de tradiția ei seculară și de valoarea colaboratorilor săi. Este esențial ca această instituție să-și păstreze statutul de organ de specialitate, neutralitatea și echidistanța în raport cu forțele politice, economice și sociale, astfel încât să fie folositoare pentru întreaga societate românească.

Metrologia legală şi economia de piaţă (I)

PAUL DÂRVARIU *

Abstract: *The paper deals with general principles of legal metrology involvement in various areas of activity under market economy conditions. After some historical considerations, the pattern approval is presented in detail, as a main tool of state metrological control of measuring instruments. Some metrological aspects concerning water and heat metering, manufacturing and use of taximetres etc. are also commented.*

Résumé: *L'article s'occupe des principes generaux après lesquels la métrologie légale s'implique dans des divers domaines d'activité dans l'économie de marché. Après quelques considérations historiques, on présente en détail l'approbation de modèle comme un instrument principal de l'État pour le controle métrologique des appareils de mesure. Quelques aspects de métrologie légale concernant les compteurs d'eau et d'énergie thermique, la fabrication et l'utilisation des taximètres etc. sont aussi discutés.*

Introducere

Organizaţia Internaţională de Metrologie Legală (OIML) defineşte metrologia legală ca acea parte a metrologiei care se ocupă „de unităţi de măsură, metode de măsurare şi mijloace de măsurare, în raport cu cerinţele tehnice şi legale obligatorii care au ca obiect asigurarea garanţiei publice din punct de vedere al siguranţei şi exactităţii măsurărilor".

Într-o democraţie autentică, dreptul omului la măsurări exacte trebuie garantat. Într-o economie de piaţă, unde interesele participanţilor la diverse măsurări pot fi atît de diferite, rolul de garant al statului iese cu atît mai mult în evidenţă. Iată de ce ţările cu economii de piaţă puternice dispun de instituţii de metrologie legală reprezentative.

În drumul spre democraţie şi economia de piaţă, statul român a înfiinţat în august 1992 propria instituţie de metrologie legală, Biroul Român de Metrologie Legală (BRML).

Cadrul legal în care urmează să se desfăşoare întreaga activitate din domeniu este asigurat de Ordonanţa Guvernului României nr. 20/1992. Urmează elaborarea într-un timp foarte scurt a unui pachet de instrucţiuni, proceduri şi norme de metrologie legală cu privire la etaloane, aprobări de model, verificări metrologice, autorizări, activităţi de control.

Activităţile din domeniul metrologiei legale sunt îndreptate în două direcţii: pe de o parte spre reproducerea, conservarea şi transmiterea unităţilor de măsură, iar pe de altă parte spre controlul mijloacelor de măsurare şi măsurărilor din domeniile de interes public.

Omul ia contact cu metrologia legală chiar din primele sale clipe de viaţă: nu numai momentul exact al naşterilor, dar şi lungimea şi masa noului născut se înregistrează cu rigurozitate. Aceste trei mărimi fundamentale — timpul, lungimea şi masa — vor fi măsurate cu instrumente aflate sub incidenţa metrologiei legale. De-a lungul întregii sale vieţi un cetăţean va avea de-a face cu nenumărate mijloace de măsurare supuse controlului metrologic al statului. În general, toate acestea trebuie să primească aprobarea de model şi să fie verificate.

Scopul principal al reglementărilor de metrologie legală este atât protecţia consumatorului, ca beneficiar al unor servicii şi bunuri măsurate, cât şi a executantului acestor servicii sau vânzătorului de bunuri. Cumpărătorul trebuie să primească exact cantitatea de bunuri pe care le-a plătit şi, în consecinţă, vânzătorul nu trebuie să furnizeze o cantitate mai mare decât cea corespunzătoare plăţii. Reglementările de metrologie legală trebuie să asigure, de asemenea, protecţia cetăţenilor în domeniul sănătăţii, protecţiei mediului şi a muncii şi, în general, în toate domeniile în care se pot lua, pe bază de măsurări, decizii care îl pot afecta direct sau chiar indirect.

În România, în fiecare zi se fac tranzacţii comerciale de sute de milioane de lei; marea lor majoritate se bazează pe rezultatele unor măsurări. Basculele-pod feroviare şi rutiere, balanţele comerciale şi industriale, pompele de benzină, contoarele de energie electrică, de gaz şi de apă sunt câteva dintre cele mai importante mijloace de măsurare care participă la tranzacţii comerciale. Este o realitate faptul că, din 1990, numărul lor este într-o continuă creştere, ceea ce conduce la o implicare sporită a instituţiilor de metrologie legală.

Datorită răspîndirii tot mai mari a instrumentelor de diagnosticare şi de analiză în domeniul medical, activitatea medicilor devine din ce în ce mai dependentă de rezultatele măsurărilor cu aceste instrumente. Asigurarea metrologică în domeniul medical protejează pacienţii împotriva diagnozelor false şi contribuie la diminuarea cheltuielilor prin reducerea repetării măsurărilor.

Opinia publică românească este din ce în ce mai interesată de protecţia mediului şi, în particular, de protecţia împotriva radiaţiilor radioactive, zgomotului şi poluării aerului. Multe

*) Biroul Român de Metrologie Legală, B-dul Nicolae Bălcescu nr. 21, Bucureşti

dintre deciziile luate în industrie sau de către municipalităţi privind reducerea noxelor sau instalarea unor dispozitive de protecţie sunt corelate cu rezultatele măsurărilor executate cu instrumente supuse controlului statului. Acelaşi lucru se poate spune şi despre aparatele utilizate în măsurarea vitezei şi la determinarea preţului la transportul cu autovehicule-taxi.

Câteva repere istorice

Pe teritoriul României numeroase mărturii istorice atestă existenţa unor măsurări unitare, prin prezenţa diferitelor obiecte (în general măsuri de lungime, masă, volum) care au fost folosite în acest scop. Există şi mărturii documentare care demonstrează chiar existenţa unor veritabile reglementări de metrologie legală. Iată, de pildă, la 15 octombrie 1763, voievodul Grigorie Ioan Callimachi, domnitorul Moldovei, semna la Iaşi un hrisov prin care poruncea: „vădrăritul de-acum înainte să se măsoare la toate vasele şi mari şi mici cu cotul de fier care este la amândoue capetele cu boure domneşti şi este făcut de pe măsura cotului muntenesc şi nu îi aruncă năpasta". Prin urmare, cu mijloace specifice metrologiei, se instituie o unificare „avant la lettre", etalonul din Moldova, identic cu cel din Ţara Românească fiind păstrat în condiţii riguroase. Pentru folosirea lui se tipăresc „câteva ponturi pecetluite cu pecetea domnească": adică nişte reglementări care s-ar putea numi astăzi „instrucţiuni de metrologie legală".

Cu toate că bătălia pentru introducerea sistemului metric în ţările române a început încă din 1835 (printr-un proiect de lege rămas neaplicat), abia Unirea Principatelor a fost evenimentul care a determinat primul mare pas pe drumul metrologiei legale româneşti: în 1864 domnitorul Alexandru Ioan Cuza a semnat „Legea pentru adoptarea sistemului metric de măsuri şi greutăţi în România".

În 1875 şaptesprezece state au semnat la Paris „Convenţia Metrului" care instituie Biroul Internaţional de Măsuri şi Greutăţi (BIPM), cu sediul la Sèvres. Ulterior, şi România a devenit membru cu drepturi depline al Convenţiei Metrului.

Pe plan instituţional, în 1889 a fost creat „Serviciul central de măsuri şi greutăţi", în fapt prima instituţie de metrologie legală din România. Au urmat înfiinţarea Direcţiei Generale a Măsurilor şi Greutăţilor (1921) şi, după război, a Direcţiei Generale de Verificări Metrologice şi a Institutului de Metrologie (azi, Institutul Naţional de Metrologie).

România este membru fondator al Organizaţiei Internaţionale de Metrologie Legală, organizaţie creată în 1956 pentru a promova colaborarea între ţările lumii, mai ales în domeniul armonizării reglementărilor de metrologie legală şi al uşurării schimburilor internaţionale de informaţii, produse şi servicii.

Aprobarea de model-necesitate şi obligaţie

Practic, din decembrie 1989, instituţia de metrologie legală din România a fost pusă în faţa unui număr din ce în ce mai mare de solicitări pentru acordarea aprobării de model. În condiţiile regretabilului regres al producţiei autohtone de mijloace de măsurare, cea mai[1] mare parte a solicitărilor aparţineau unor firme străine sau române importatoare interesate în promovarea unei game largi de mijloace de măsurare: balanţe electronice, contoare de gaz, contoare de apă (rece şi caldă), contoare de energie termică. Semnificativă pentru industria românească a fost numai fabricaţia de taximetre electronice. Se înregistrează, totuşi, şi unele încercări de introducere în fabricaţia indigenă a balanţelor electronice, a contoarelor de apă şi a celor de energie termică.

Din experienţa ultimilor doi ani, o concluzie este evidentă: firmele puternice din ţările cu metrologie legală dezvoltată (Germania, Japonia, SUA, Marea Britanie) consideră aprobarea de model în primul rând ca o necesitate şi abia apoi ca o obligaţie legală. În multe cazuri ofertele către piaţa românească au fost lansate numai după obţinerea certificatului aprobării de model. Dovedind seriozitate şi realism, această conduită este perfect motivată: nu poţi să te lansezi într-un program care presupune cheltuieli majore înainte de a şti dacă produsele în cauză corespund exigenţelor reglementate. Nu acelaşi lucru se poate spune despre unele firme româneşti care, de obicei, contactează metrologia legală după ce au angajat cheltuieli de milioane pentru fabricaţia sau importul unor mijloace de măsurare supuse controlului statului. Să fie Tokyo sau Londra mai aproape decât cartierul Titan? Convins fiind că măcar o parte din aceste greşeli sunt provocate de lipsa informaţiilor, mă voi referi, în continuare, la câteva aspecte legate de metodologia de acordare a aprobării de model. Abordarea este cu atât mai necesară, cu cât, cronologic vorbind, în cele mai multe dintre situaţii, cererea de aprobare de model este prima luare de contact cu rigorile metrologiei legale.

Prin aprobarea de model, Biroul Român de Metrologie Legală atestă conformitatea unui tip de mijloc de măsurare cu prevederile normelor de metrologie legală în vigoare. În cazurile de absenţă a unor asemenea norme (firească şi justificată într-o perioadă de tranziţie), instituţia de metrologie legală se poate raporta la prevederi ale unor recomandări internaţionale ale OIML sau ale unor standarde

internaţionale, naţionale sau de firmă, în măsura în care acestea nu contravin principiilor generale ale metrologiei legale şi legislaţiei româneşti.

În general, se supun aprobării de model mijloacele de măsurare care figurează în „Lista oficială" publicată periodic de BRML (de exemplu, în numărul 1/1993 a revistei „Metrologie" este publicată „Lista oficială" valabilă pentru 1993). Excepţiile de la această regulă sunt tratate separat de către BRML, prin aprobări distincte.

Aprobarea de model se acordă, pe baza unei evaluări tehnice şi administrative executate de instituţii din structura BRML (sau din afara BRML, dar acreditate de acesta), la cererea producătorului sau, după caz, importatorului împuternicit de producător.

Deşi, în baza împuternicirii producătorului, cererea de aprobare de model poate fi prezentată şi de alţi agenţi economici (reprezentanţi comerciali, distribuitori, utilizatori etc.), experienţa arată că aceste soluţii sunt mai puţin eficiente din cauza circulaţiei dificile a informaţiei.

Referitor la solicitanţii aprobării de model, două precizări sunt necesare :

— schimbarea producătorului, inclusiv fabricarea aceluiaşi tip de mijloc de măsurare în societăţi mixte sau filiale înregistrate în alte ţări, atrage după sine obligaţia obţinerii unei alte aprobări de model ;

— în cazul importului aceluiaşi tip de mijloc de măsurare de către mai mulţi importatori, fiecare dintre aceştia trebuie să obţină aprobarea de model, chiar dacă există o aprobare acordată anterior producătorului sau unui alt importator.

Departe de a fi excesive, aceste prevederi permit Biroului Român de Metrologie Legală să se asigure în ce măsură modelele fabricate sau importate în noile condiţii sunt conforme modelului deja aprobat. Evident că, în aceste cazuri, stabilirea conformităţii se poate face prin proceduri simplificate şi de mai scurtă durată.

Ponderea cea mai mare în programul de evaluare o deţin încercările de model care se pot executa, în principal, în laboratoarele de încercări ale BRML, dar şi în alte laboratoare de încercări acreditate de BRML, în laboratoarele producătorului sau chiar la locul de utilizare (în cazul când construcţia sau gabaritul produsului o impun).

În baza unor convenţii bilaterale sau multilaterale încheiate potrivit documentelor internaţionale de metrologie legală şi legislaţiei româneşti, se pot recunoaşte parţial sau integral rezultatele încercărilor de model executate de serviciile de metrologie legală ale altor ţări membre ale OIML.

Pe baza analizei raportului încercării de model, BRML poate acorda fie aprobare de model completă (cu valabilitate maximă 10 ani), fie aprobare de model provizorie (în cazul în care se impune finalizarea unor încercări de durată, referitoare, în general, la comportarea în exploatare).

Evident că, în cazul în care un model nu corespunde prevederilor din reglementările de metrologie legală, aprobarea de model nu poate fi acordată, decizia fiind comunicată solicitantului printr-o scrisoare argumentată. Există, totodată, şi situaţii bine precizate de reglementări, în care o aprobare de model poate fi retrasă.

Pe fiecare mijloc de măsurare fabricat sau importat în baza unei aprobări de model se aplică obligatoriu marca metrologică de model, semn cu reprezentare detaliată în fiecare certificat de aprobare de model.

Nu se poate încheia această scurtă prezentare, fără a enumera succint obligaţiile producătorilor şi importatorilor de mijloace de măsurare supuse aprobării de model. Ele se referă, în principal, la începerea fabricaţiei sau importului numai după obţinerea aprobării de model, la informarea corectă a BRML şi beneficiarilor cu privire la caracteristicile mijloacelor de măsurare, la asigurarea condiţiilor materiale necesare încercărilor, la respectarea condiţionărilor înscrise în certificatele aprobării de model, la aplicarea mărcii de model, la modificarea mijloacelor de măsurare aprobate etc

Metrologia legală şi contorizarea apei

Măsurarea cantităţilor de apă comercializate între diverşi agenţi economici sau distribuite consumatorilor urbani este o activitate aflată sub incidenţa metrologiei legale româneşti. Abordarea sistematică, de către cei în drept, a acestei probleme va avea, cu certitudine, efecte benefice, atât pe plan economic (prin reducerea consumurilor nejustificate şi a pierderilor), cât şi pe plan social (prin realizarea concordanţei între sumele plătite şi cantităţile efectiv consumate).

În domeniul contorizării cantităţilor de apă livrate consumatorilor urbani (segment care interesează în cel mai înalt grad metrologia legală, datorită imperativului de protecţie a consumatorului), până la apariţia, la sfârşitul acestui an a unor norme de metrologie legală, se utilizează ca documente de referinţă standardul ISO 4064/1, 2, 3 şi recomandările internaţionale ale OIML nr. 49 (pentru apă rece) şi nr. 72 (pentru apă caldă).

În strânsă corelaţie cu prevederile reglementărilor de metrologie legală, câteva aspecte se cer aprofundate :

— cum trebuie făcute verificările periodice, având în vedere principiul fundamental al metrologiei legale, nesocotit în România dinainte de decembrie 1989, conform căruia corecti-

tudinea şi exactitatea unui mijloc de măsurare care participă la tranzacţii nu poate fi atestată de către deţinătorul acestuia?

— cum trebuie rezolvată problema contorizării apei în blocurile de locuinţe în condiţiile menţinerii mentalităţii consumului „la comun"?

— cum trebuie organizată mentenanţa mijloacelor de contorizare în condiţiile unor caracteristici fizico-chimice ale apei ce pot genera uzuri premature şi blocaje ale contoarelor?

Sunt întrebări la care producătorii, importatorii şi utilizatorii şi, evident, metrologii sunt invitaţi să propună răspunsuri.

Laserul în metrologia lungimilor (I)
Laserul He-Ne-radiaţie măsură de lungime

DRAGOŞ BOICIUC *

Abstract: *This is the first in a series of four papers depicting some aspects of the use of lasers in metrology for length measurement, including a description of HeNe laser, a discussion of its metrologic characteristics and of the methods used to assure the stability of its frequency, as well as a survey of length measurement applications using HeNe lasers. The first part deals with HeNe laser used as radiation sources for length measurements and discusses the main factors influencing its frequency stability.*

Résumé: *Cet article est le premier d'une serie de quatre articles qui s'occupent de quelques aspects de l'usage des lasers dans la métrologie des logueurs, y compris une description du laser à HeNe, de ces caractéristiques métrologiques et des méthodes pour assurer la stabilité de sa fréquence et aussi une passe en revue des applications de mesurage des longueurs en utilisant les lasers à HeNe. Dans la première partie on présente l'utilisation des lasers à HeNe comme des sources de radiation pour les mesurages des longueurs et on discute les principaux facteurs influençant la stabilité de leur fréquence.*

1. Introducere

Cea de-a 17-a Conferinţă Generală de Măsuri şi Greutăţi (CGPM), care a avut loc în 1983 la Paris, a adoptat prin Rezoluţia a 1-a, [1], următoarea definiţie a metrului:

„Metrul este lungimea drumului parcurs de lumină în vid, în timpul de 1/299 792 458 dintr-o secundă".

Aceeaşi Conferinţă Generală de Măsuri şi Greutăţi a împuternicit Comitetul Internaţional de Măsuri şi Greutăţi (CIPM) să recomande liniile directoare pentru punerea în practică a acestei definiţii. Astfel, CIPM adoptă o recomandare care spune că metrul se poate realiza prin una din următoarele metode:

a) cu ajutorul lungimii l a drumului parcurs, în vid, de o undă electromagnetică plană în timpul t; această lungime este obţinută pornind de la măsurarea duratei t, folosind relaţia:

$$l = c \cdot t$$

şi valoarea vitezei luminii în vid $c = 299\,792\,458$ m/s;

b) cu ajutorul lungimii de undă în vid λ a unei unde electromagnetice plane de frecvenţă f; această lungime de undă este obţinută pornind de la măsurarea frecvenţei f, utilizînd relaţia:

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

unde: c are semnificaţia şi valoarea specificată anterior;

c) cu ajutorul uneia din radiaţiile din tabelul 1 [2], sau cînd se cere o exactitate mai modestă, prin folosirea surselor clasice [3], recomandate de CIPM în 1960, pentru care se poate utiliza valoarea dată a lungimii de undă în vid sau a frecvenţei, cu incertitudinea indicată.

Noua definiţie este o definiţie „deschisă"; toate radiaţiile a căror frecvenţă este bine cunoscută pot servi ca etalon, cu condiţia respectării indicaţiilor specifice şi a modului de lucru corespunzător.

În metrologia lungimilor radiaţia laser este utilizată atât ca o măsură etalon de referinţă în diferite tehnici de măsurare a distanţelor cât şi ca etalon primar de lungime.

Pentru măsurarea distanţelor cu laserul se folosesc diferite tehnici de măsurare care depind, în general, de ordinul de mărime al distanţelor măsurate. Astfel, pentru măsurarea distanţelor mici (până la ordinul sutelor de metri) se folosesc metode interferometrice, pentru măsurarea

* Institutul Naţional de Metrologie, şos. Vitan Bârzeşti nr. 11, Sector 4, Bucureşti.

Tabelul 1

Laser stabilizat prin absorbție saturată	Molecula absorbantă	Banda, linia componentă	Frecvența (MHz)	Lungimea de undă (fm)	Incertitudinea relativă ($\pm 10^{-10}$)
He—Ne Colorant	CH_4	P(7), F	88 376 181,608	3 392 231 397,0	1,3
sau He—Ne	127_{I_2}	17—1,P(62), 0	520 206 808,51	576 294 760,27	6
He—Ne	127_{I_2}	11—5 R(127), i	473 612 214,8	632 991 398,1	10
He—Ne	127_{I_2}	9—2, R(47), 0	489 880 355,1	611 970 769,8	11
Ar	127_{I_2}	43—0, S P(13)	582 490 603,6	514 673 466,2	13

distanțelor medii (până la ordinul zecilor de kilometri) se folosește telemetria cu fascicule modulate, iar pentru măsurarea distanțelor mari (până la sute de mii de kilometri) se folosește telemetria în impuls sau radarul optic.

2. Descrierea laserului He-Ne

Primul laser a fost realizat în 1960, de Maiman, pe baza ideilor emise în 1951—52 de către fizicienii Townes din USA și Basov și Prohorov din URSS, referitoare la amplificarea radiației pe baza emisiei stimulate [3, 4].

Laserul este un dispozitiv care generează și amplifică lumina cu ajutorul emisiei stimulate a radiației. Un laser este constituit dintr-un mediu activ format din atomi, molecule sau ioni plasați între două oglinzi semireflectante, care obligă radiația să parcurgă de mai multe ori mediul activ, stimulînd alte emisii.

Radiația laser este superioară radiației tuturor celorlalte surse de lumină, prin aceea că are o foarte mare intensitate și coerență, precum și o directivitate și monocromaticitate ridicate.

Părțile principale ale unui laser sunt :
— mediul activ :
— cavitatea rezonantă ;
— sistemul de excitare al mediului activ.

2.1. *Mediul activ*

În metrologia lungimilor, în majoritatea cazurilor, este utilizat laserul He — Ne funcționând în regim continuu. Deci, mediul activ este format dintr-un amestec de He (cca 85 ... ... 90%) și Ne (cca. 15 ... 10%) la o presiune de 300 Pa, excitat printr-o descărcare electrică. Procedeul de ciocniri prin bombardament face posibil transferul de excitare între atomii diferitelor elemente antrenați în coliziune ; acesta este cazul amestecului He—Ne.

În fig. 1 este dată diagrama nivelelor energetice ale atomilor de He și Ne. Prin descărcare electrică atomii de He sunt excitați pe nivelul superior 2^3S, care este foarte apropiat de nivelul 2S al neonului (diferența dintre acestea este de $\Delta W = 0{,}15$ eV). Această apropiere

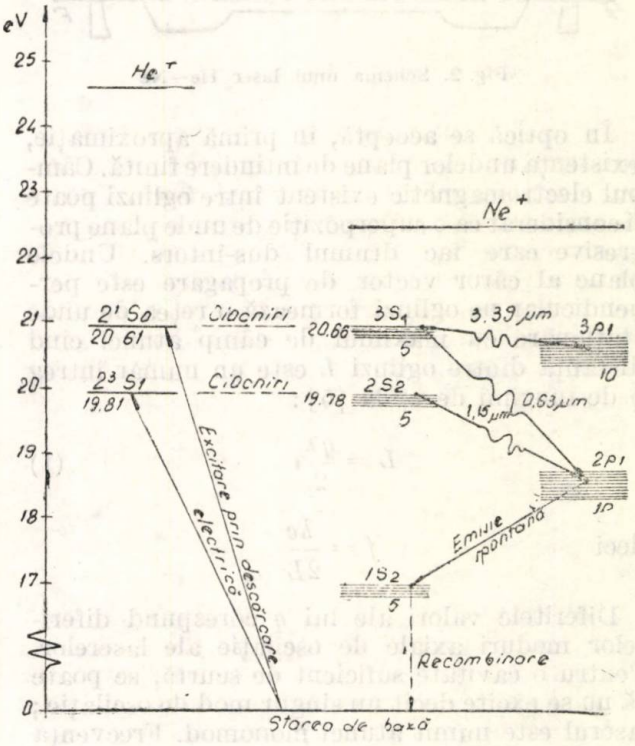


Fig. 1. Diagrama nivelelor energetice ale atomilor de heliu și neon

face ca atomii de Ne să fie excitați prin transfer de energie. Tranzițiile laser pot avea loc între nivelele $2S_i - 2p_i$ (30 de tranziții), tranziții care furnizează radiații în domeniul infraroșu și vizibil.

Tranzițiile cele mai importante în metrologia lungimilor au loc între următoarele nivele energetice (în notația spectroscopică Paschen) :

$3S_2 - 3p_4$ cu $= 3{,}39$ μm (infraroșu intermediar)

$2S_2 - 2p_4$ cu $= 1{,}15$ μm (infraroșu apropiat)

$3S_2 - 2p_4$ cu $= 0{,}633$ μm (vizibil roșu)

În măsurarea lungimilor prin metode interferometrice este utilizată radiația de cea mai mare intensitate din domeniul vizibil cu lungimea de undă de 0,633 μm — respectiv linia Ne I.

2.2. *Cavitatea rezonantă (rezonatorul laser)*

Cavitatea rezonantă (fig. 2) este constituită din două oglinzi M și M' sferice sau plane, care includ mediul activ între suprafețele lor reflectante. Câmpul electromagnetic din interiorul cavității laserului poate fi considerat ca acela al unei cavități slab cuplate cu exteriorul. Diferitele tipuri de oscilații electromagnetice ale laserului considerat ca o cavitate izolată sunt numite moduri de oscilație sau, simplu, moduri.

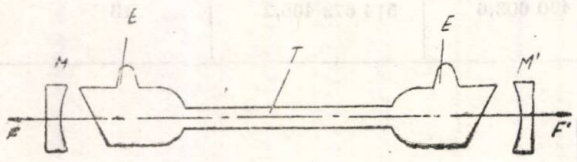


Fig. 2. Schema unui laser He—Ne

În optică se acceptă, în primă aproximație, existența undelor plane de întindere finită. Câmpul electromagnetic existent între oglinzi poate fi considerat ca o superpoziție de unde plane progresive care fac drumul dus-întors. Undele plane al căror vector de propagare este perpendicular pe oglinzi formează o rețea de unde staționare cu maximul de câmp atunci cînd distanța dintre oglinzi L este un număr întreg q de lungimi de undă [5]:

$$L = \frac{q\lambda}{2}, \qquad (1)$$

deci

$$f = \frac{kc}{2L}$$

Diferitele valori ale lui q corespund diferitelor moduri axiale de oscilație ale laserelor. Pentru o cavitate suficient de scurtă, se poate să nu se excite decît un singur mod de oscilație; laserul este numit atunci monomod. Frecvența f rămâne dependentă de lungimea optică a cavității.

Lărgimea spectrală a radiației furnizate de un laser poate fi inferioară valorii de $\Delta\sigma = 0{,}0001\ \mathrm{m}^{-1}$ ($\Delta f = 30$ kHz), ceea ce permite observarea franjelor de interferență la diferențe de drum de mai mulți kilometri.

Din nefericire, dacă profilul spectral instantaneu este foarte îngust, lungimea de undă medie λ a radiației variază rapid în cursul timpului. Ea trebuie să se situeze în interiorul unei benzi spectrale relativ largi [lărgimea spectrală de ordinul a

$$\Delta f = 1\ \mathrm{GHz}\ (\text{sau}\ \Delta\sigma = 3\ \mathrm{m}^{-1})]$$

Primele rezonatoare laser au folosit oglinzi plan-paralele, dar prezentau dezavantaje majore prin faptul că erau greu de aliniat și erau foarte susceptibile la dereglări.

Ulterior teoria rezonatoarelor a fost mult dezvoltată, realizându-se numeroase sisteme cu oglinzi sferice, ce s-au dovedit a fi mult mai stabile și mai ușor de reglat decât rezonatoarele plan-paralele.

Razele de curbură ale oglinzilor R_1 și R_2 ale acestor rezonatoare și distanța L dintre acestea nu pot fi alese arbitrar, căci menținerea în limitele cavității rezonante a radiației luminoase ce se deplasează între cele două oglinzi, sau eliminarea ei din rezonator este dependentă de configurația geometrică a acestuia.

Dependența dintre R_1, R_2 și L se exprimă prin intermediul condiției de stabilitate:

$$0 \leqslant \left(1 - \frac{L}{R_1}\right)\left(1 - \frac{L}{R_2}\right) \leqslant 1 \qquad (2)$$

și poate fi reprezentată grafic după cum se ilustrează în fig. 3.

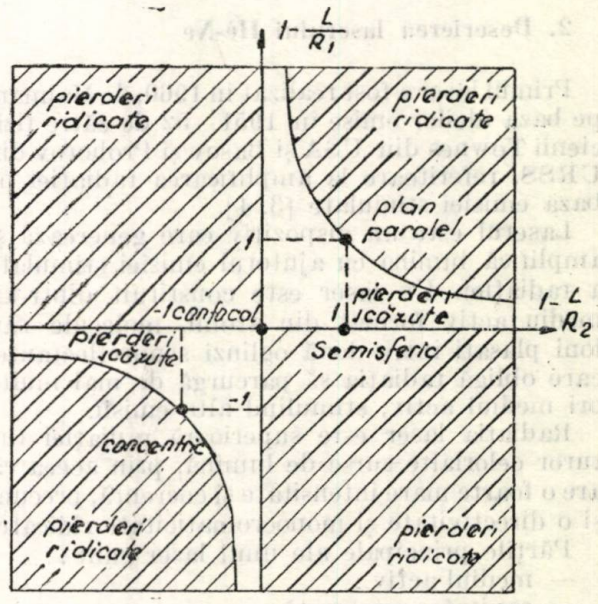


Fig. 3. Diagrama de stabilitate a rezonatoarelor laser

Din numărul mare de combinații R_1, R_2 și L ce se înscriu în limitele inegalității (2) prezintă interes cinci combinații particulare, prezentate în fig. 4, și anume:

1. rezonatorul plan paralel: $R_1 = R_2 = \infty$
2. rezonatorul cu raze mari de curbură: $R_1 \gg L$; $R_2 \gg L$
3. rezonatorul confocal: $R_1 + R_2 = 2L$
4. rezonatorul concentric: $R_1 + R_2 = L$
5. rezonatorul semisferic: $R_1 = L$; $R_2 = \infty$

2.3. *Sistemul de excitare a mediului activ*

Pentru ca un dispozitiv laser să amplifice sau să genereze o radiație este necesar ca în mediul activ să se realizeze o inversie de populație a

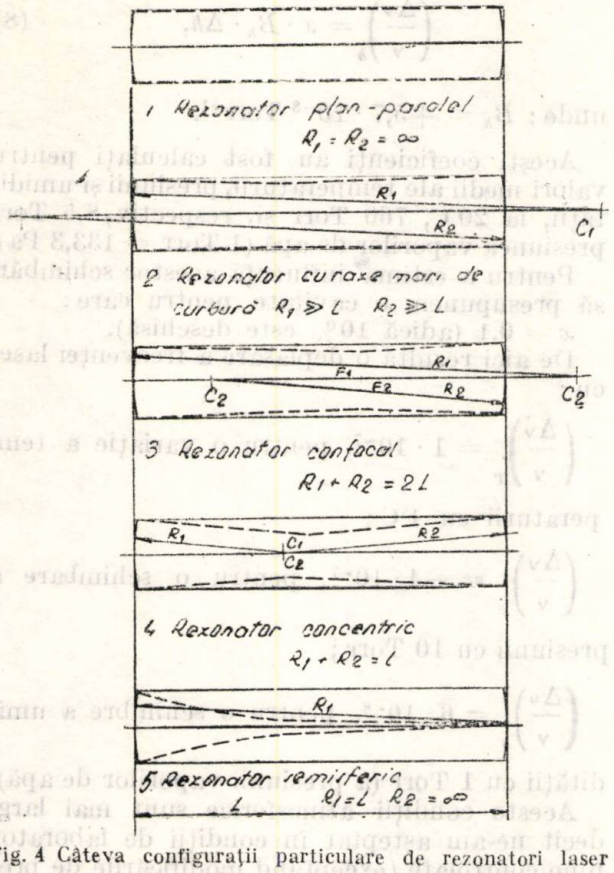


Fig. 4 Câteva configuraţii particulare de rezonatori laser

nivelelor energetice a atomilor ce formează mediul activ. Pentru a realiza inversia de populaţie se foloseşte un pompaj de energie, ceea ce face ca să se acumuleze tot mai mulţi atomi pe nivelul de energie superior.

Pentru pompajul laserelor cu amestec gazos cel mai frecvent se folosesc descărcările în gaze. Atomii de Ne, între ale căror nivele energetice iau naştere tranziţiile laser, se excită prin ciocnirile cu atomii excitaţi de He şi cu electronii liberi rapizi formaţi la descărcarea electrică ce se dezvoltă în amestecul gazos de He—Ne.

3. Factori care afectează stabilitatea frecvenţei laser

Considerăm un laser ce funcţionează în modul TEM_{00q} şi presupunem că modurile neaxiale au fost eliminate prin alegerea cu grijă a razelor oglinzilor şi a diametrului alezajului tubului. Frecvenţele cavităţii rezonante ν_q sunt date de relaţia :

$$\nu_q = q \frac{c}{2nL} \tag{3}$$

unde : q este număr întreg şi dă ordinul modului şi n este indicele de refracţie al mediului cuprins între cele două oglinzi laser, situate la distanţa L.

Numărul de moduri ce contribuie la puterea de ieşire multimodală a laserului depinde de amplificarea mediului şi de modul de separare axial $c/2L$.

Orice alt mod ce cade în domeniul frecvenţelor optice, în care amplificarea este suficientă, astfel încât câştigul laser să poată depăşi pierderile, va contribui la puterea de ieşire a laserului. În domeniul optic q poate ajunge egal cu 10^6.

Din ecuaţia (3) rezultă că orice schimbare a ungimii cavităţii afectează frecvenţa de osciaţie, astfel :

$$\frac{d\nu}{dL} = \frac{-q \cdot c}{2 \cdot L^2 \cdot n} \tag{4}$$

şi ţinînd cont de relaţia (3) avem :

$$\frac{d\nu}{\nu} = \frac{dL}{L} \tag{5}$$

Din relaţia (5) rezultă că, pentru ca frecvenţa laserului să fie stabilă, trebuie ca orice schimbare a lungimii cavităţii să fie minimă şi această menţinere constantă a lungimii cavităţii este un prim obiectiv în schema de stabilizare a frecvenţei [5, 6].

Există diferite perturbaţii posibile ale variaţiei lungimii cavităţii şi acestea pot fi împărţite în două grupe :

— perturbaţii care apar datorită efectelor externe ;

— perturbaţii care apar datorită efectelor interne (în plasma din tub).

Obiectivul unei scheme de stabilizare a frecvenţei este ca iniţial să se micşoreze perturbaţiile frecvenţei laser ce apar datorită efectelor arătate anterior.

3.1. *Perturbaţii datorate efectelor externe*

3.1.1. Variaţia temperaturii

Variaţiile temperaturii în spaţiul dintre oglinzile laser ale cavităţii rezonante produc variaţia lungimii cavităţii datorită suporţilor oglinzilor. Deci, are loc o schimbare a raportului $\frac{\Delta L}{L}$ dată de $\alpha \Delta t$, unde α este coeficientul de dilatare liniară, iar Δt este variaţia temperaturii.

Pentru minimizarea efectului termic se utilizează materialele cu coeficient de dilatare scăzut, cum sunt : invarul, cuarţul topit şi materiale ceramice.

În tabelul 2 sunt date principalele caracteristici ale unor materiale utilizate în tehnica laser :

Tabelul 2

Material	$\alpha(°C^{-1})$	$Y(N/m^2)$	$\rho(g/cm^3)$
invar	$1{,}26 \cdot 10^{-6}$	$1{,}44 \cdot 10^{11}$	8,0
cuarț topit	$0{,}55 \cdot 10^{-6}$	$3{,}03 \cdot 10^{10}$	2,0
cer-vit	$0 \pm 15 \cdot 10^{-7}$	$9{,}23 \cdot 10^{10}$	2,3
zero-dur	$5 \cdot 10^{-8}$	$8 \cdot 10^{10}$	2,52

în care : α coeficientul de dilatare liniară ;
Y modulul de elasticitate ;
ρ densitatea materialului.

Au fost realizate materiale ceramice cu coeficienți de dilatare negativi pentru intervale de temperatură apropiate de temperatura din laboratoare, dar valoarea coeficientului de dilatare nu poate fi riguros controlată, deoarece proprietățile lor mecanice depind de compoziția ceramicii și de tratamentele aplicate în timpul producerii acestora.

Chiar pentru materiale cu coeficienți foarte mici de dilatare stabilitatea tipică a cavității este de 500 MHz · °C^{-1}. Aceste efecte sunt, în general, lente și au loc în câteva minute. Pentru o stabilitate a frecvenței de 5 MHz, temperatura cavității trebuie să fie constantă cu o exactitate de 0,01°C. Această instabilitate a frecvenței crește cu lungimea laserului și este dificil de menținut o temperatură constantă pe întreaga lungime a cavității laser.

3.1.2. Variațiile condițiilor atmosferice

Laserul cu oglinzi exterioare (cazul majorității laserelor) are o parte din lungimea cavității deschisă în aer. Modificarea condițiilor atmosferice va schimba valoarea indicelui de refracție și, deci, va modifica lungimea cavității rezonante.

Factorii ce afectează indicele de refracție sunt :
— variația temperaturii ΔT
— variația presiunii Δp
— variația umidității Δh

Efectele influenței acestor factori asupra frecvenței medii ν a laserului le vom reprezenta prin relațiile :

$$\left(\frac{\Delta\nu}{\nu}\right)_T = xB_T \cdot \Delta T, \qquad (6)$$

unde $B_T = +9{,}3 \cdot 10^{-7}$ °C^{-1} ;

$$\left(\frac{\Delta\nu}{\nu}\right)_p = xB_p \cdot \Delta p, \qquad (7)$$

unde : $B_p = -3{,}6 \cdot 10^{-7}$ Torr^{-1} ;

$$\left(\frac{\Delta\nu}{\nu}\right)_h = x \cdot B_h \cdot \Delta h, \qquad (8)$$

unde : $B_h = +5{,}7 \cdot 10^{-8}$ Torr^{-1}.

Acești coeficienți au fost calculați pentru valori medii ale temperaturii, presiunii și umidității, la 20°C, 760 Torr și, respectiv, 8,5 Torr presiunea vaporilor de apă (1 Torr = 133,3 Pa).

Pentru a estima influența acestor schimbări să presupunem o cavitate pentru care :

$x = 0{,}1$ (adică 10% este deschisă).

De aici rezultă o deplasare a frecvenței laser cu :

$\left(\frac{\Delta\nu}{\nu}\right)_T = 1 \cdot 10^{-7}$, pentru o variație a temperaturii cu 1°C ;

$\left(\frac{\Delta\nu}{\nu}\right)_p = -4 \cdot 10^{-7}$, pentru o schimbare a presiunii cu 10 Torr ;

$\left(\frac{\Delta\nu}{\nu}\right)_h = 6 \cdot 10^{-8}$, pentru o schimbre a umidității cu 1 Torr (a presiunii vaporilor de apă).

Aceste condiții atmosferice sunt mai largi decît ne-am așteptat în condiții de laborator bine controlate (exceptând modificările de presiune) ; în general, însă, laserele sunt proiectate pentru a micșora cantitatea de spațiu liber în cavitate.

Laserele cu oglinzi interioare nu suferă, desigur, din cauza acestui efect, deși modificările de presiune pot schimba o structură nerigidă, iar schimbările de temperatură produc efecte legate de dilatarea tubului laser.

Turbulența aerului, cauzată de curenți exteriori oglinzilor laser, pot cauza fluctuații rapide de frecvență de cîțiva megahertzi în câteva secunde ; deci laserul trebuie să fie ecranat față de curenții de aer.

3.1.3. Vibrații mecanice

Pentru a menține o funcționare stabilă a laserului sau o instabilitate a frecvenței de $\frac{\Delta\nu}{\nu} = 1 \times 10^{-8}$, o lungime de 1 m a cavității laser trebuie menținută stabilă cu 10^{-10} m, sau 10 nm.

Modificarea acestei lungimi poate fi ușor făcută prin vibrații mecanice transmise de suprafața mesei de lucru, sau de către turbulența de aer în sistemul de control al temperaturii.

Metodele de înlăturare a vibrațiilor mecanice se bazează pe confecționarea unei mese de lucru de oțel suspendată pe suporți antivibratori formați din membrane de cauciuc și aer comprimat. Aceste metode sunt foarte eficace pentru vibrațiile de frecvențe înalte, care sunt

eliminate, dar cele de frecvenţe joase (sub 10 Hz) pot fi prezente, datorită rezonanţei mesei de oţel şi a suporţilor de susţinere.

După izolarea vibraţiilor mecanice transmise prin fundaţia pe care este aşezată instalaţia este necesar să izolăm vibraţiile acustice, produse de echipamente vecine, sau sisteme de control al mediului, utilizînd diverse ecrane absorbante.

De asemenea, în scopul izolării de vibraţii, aceste instalaţii se plasează în laboratoare situate la subsolul clădirii, pe fundaţii izolate de clădire.

Limita inferioară a stabilităţii vibraţiilor mecanice este impusă de fluctuaţiile browniene din volumul barelor, în lungul acestora, ceea ce duce la baleiajul frecvenţei. Reprezentăm aceasta prin :

$$-\frac{\Delta\nu}{\nu} = \frac{\Delta L}{L} = \left(\frac{2kT}{YV}\right)^{1/2} \qquad (9)$$

unde : k constanta Boltzmann ;

T temperatura termodinamică ;

V volumul barelor ;

Y modulul Young al barelor.

Dacă înlocuim volumul V cu m/ρ se vede că valoarea $\Delta\nu/\nu$ se micşorează cînd raportul Y/ρ creşte. Deci, pentru o rigiditate mare este necesară o valoare mare a modulului Young şi o densitate mică.

Pentru valori tipice ale materialelor folosite rezultă o instabilitate a frecvenţei de ordinul 10^{-14}.

3.1.4. Variaţia poziţiei componentelor optice

Lungimea drumului optic în cavitatea laser poate fi modificată de schimbarea poziţiei componentelor optice din cavitate. La trecerea sa prin ferestrele laser de grosime t, aşezate sub unghi Brewster i_B şi indice de refracţie n, lumina parcurge un drum p, dat de relaţia :

$$p = t \cdot n/\cos r$$

unde r este unghiul de refracţie al ferestrelor.

La unghi Brewster i_B avem :

$$i_B = \frac{\pi}{2} - r \text{ şi, de asemenea, } \operatorname{tg} i_B = n$$

Rezultă că :

$$p = t \cdot \operatorname{tg} i_B/\sin i_B = \frac{t}{\cos i_B}$$

Astfel, se poate scrie, pentru variaţia Δp a poziţiei ferestrelor :

$$\frac{\Delta p}{\Delta i_B} = -\frac{t}{\sin i_B} \qquad (10)$$

Variaţia frecvenţei cauzată de aceasta este :

$$\frac{\Delta\nu}{\nu} = \frac{\Delta p}{n_M L} = \frac{t}{L \sin i_B} \qquad (11)$$

unde n_M — indicele de refracţie al mediului între oglinzile laser — este nominal egal cu unitatea, iar L este lungimea laserului.

Se poate calcula $\Delta\nu$ pentru ferestre cu grosimea de 2 mm, L=1m şi variaţia unghiului i_B (care are valoarea 57°) cu 1 μrad. Aceasta conduce la o instabilitate de $\pm 3 \cdot 10^{-8}$ şi indică necesitatea unui suport rigid pentru orice element intracavitar.

3.1.5. Câmpuri magnetice

Dacă suportul cavităţii laser este confecţionat din invar, este posibilă o schimbare a lungimii cavităţii datorită proprietăţilor magnetistrictive ale invarului. *Joseja* a arătat că numai datorită efectului cîmpului magnetic terestru au loc modificări de 140 kHz, ceea ce corespunde unei variaţii a lungimii laserului cu 1,15 μm. Influenţa câmpului magnetic determinat de aparatele electronice locale poate avea un efect considerabil în laserele de înaltă stabilitate, sau în stabilizarea prin efect magnetic.

Câmpurile magnetice au efect, de asemenea, în creşterea lărgimii benzii. Acestea determină despicarea curbei cîştigului laser în câmp prin efect Zeemen în două curbe ce se suprapun parţial, prin polarizare circular opusă.

Această despicare este simetrică faţă de linia centrală nemodificată, iar pentru linia de 633 nm este de ordinul a 2 MHz, pentru un câmp magnetic de 1 Gs.

3.2. *Perturbaţii datorate efectelor interne*

3.2.1. Zgomotul de descărcare

În general, descărcările în gaz nu sunt bine elucidate şi se cunoaşte relativ puţin despre mecanismul de descărcare şi efectele diferiţilor parametri de descărcare.

Fluctuaţiile în populaţia nivelului superior al laserului pot fi cauzate de variaţiile în curentul de descărcare, din instabilităţi sau oscilaţiile plasmei.

Acestea conduc la un spectru de zgomot alb, cu o putere de ieşire ce poate fi de câteva procente din puterea totală a laserului.

Oscilaţiile circuitului tub cu plasmă — rezistor de balast al sursei de putere al laserului excitat în curent continuu conduc frecvent la variaţii de intensitate în regiunea kHz, a cărei amplificare poate atinge câteva procente din puterea de ieşire.

În zona de joasă frecvenţă (10 Hz ... 1 MHz) variaţiile puterii tuburilor individuale depind de procedeul de procesare şi geometria lor, dar apariţia unor picuri puternice în spectrul de descărcare a frecvenţelor audio este un fenomen

obişnuit. Aceste picuri sunt asociate cu perturbaţii de descărcare, iar natura spectrului depinde critic de curentul de descărcare.

Utilizarea unei frecvenţe radio sau o suprapunere de frecvenţă radio în excitarea în curent continuu pot duce uneori la o descărcare mai uniformă decît o simplă excitare în curent continuu.

Pentru a minimiza perturbaţiile discutate în paragrafele anterioare trebuie luate măsuri de precauţie pentru a micşora fluctuaţiile frecvenţei radiaţiei laser emise, deci pentru a stabiliza laserul în frecvenţă.

BIBLIOGRAFIE

[1] BIPM, 17 Conference Générale des Poids et Mesures", 1983

[2] CIPM, Procès — verbaux des séances, Tome 51, 1983

[3] *Dufu D.*, Laserul — lumina de mîine, Editura Academiei, 1981

[4] *Popescu I. M.*, Aplicaţii ale laserilor, Editura Tehnică, 1979

[5] BIPM, Cents ans de métrologie, Paris, 1976

[6] *Wallard A. J.*, The frequency stabilization of gas lasers Journal of physics, July 1973, vol. 6

Sistem de măsurări dimensionale cu traductoare inductive, cu prelucrare digitală a informaţiei

*BRÂNDUŞA PANTELIMON, LAURENŢIU ILIE**

Abstract: *The paper describes a digital instrument for dimensional deviations measurement using an inductive transducer with differential coils and moving core. As it allows for continuous measurement of dimensional deviations, the instrument may be used for a variety of applications. In addition, measurement data may be processed, transmitted and stored by a computer.*

Résumé: *On décrie un appareil numérique pour mesurer les déviations dimensionnelles en utilisant un capteur inductif à bobine différentielle et noyau mobile. L'appareil permet le mesurage continu des déviations dimensionnelles et peut être utilisé dans un grand nombre d'applications. De plus, il permet le traitment, la transmission et l'accumulation de l'information à l'aide d'un ordinateur.*

Lucrarea realizată prezintă o nouă soluţie asupra posibilităţilor de măsurare şi control a abaterilor dimensionale de la cote prestabilite, îmbinînd soluţia clasică a pragurilor limită (prin mijloace electromecanice) cu soluţia controlului dimensional prin intermediul unui calculator.

Îmbinarea celor două metode oferă atît o soluţie ergonomică — prin utilizarea indicatoarelor luminoase ale pragurilor dimensionale, cât şi o soluţie de asistare a procesului tehnologic de către un calculator.

Soluţia adoptată, conform schemei funcţionale din fig. 1, se bazează pe prelucrarea tensiunii de dezechilibru a unei punţi de curent

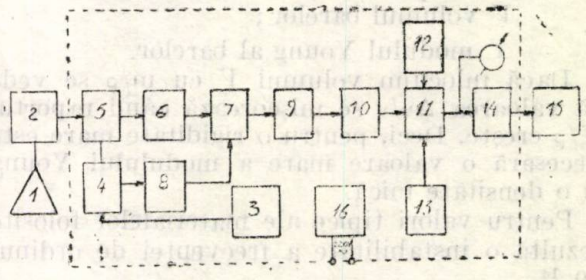


Fig. 1 Schema funcţională a sistemului

alternativ (5), punte ce are în compunere cele două bobine diferenţiale ale traductorului utilizat (2).

Semnalul de dezechilibru de la ieşirea punţii este preluat de amplificatorul de curent alternativ (6), urmând apoi o detecţie sincronă cu tensiunea dată de oscilatorul sinusoidal (3) şi o mediere cu ajutorul filtrului „trece jos" (9).

De la ieşirea amplificatorului de curent continuu (10), semnalul este aplicat unui circuit de memorare (11), ce este controlat de blocul de comandă (12). Semnalul continuu de la ieşirea circuitului de memorare este aplicat instrumentului indicator, cât şi etajelor comparatoare ale blocului de semnalizare (13); există posibilitatea de reglare a pragurilor de basculare, ceea ce permite atât vizualizarea abaterilor dimensionale, cât şi a regimului de lucru în procesul de producţie, prin comandarea maşinii unelte.

Semnalul analogic aplicat circuitului de memorare este în acelaşi timp aplicat interfeţei digitale (14), la ieşirea acesteia obţinându-se informaţia digitală a abaterii dimensionale ce e în continuare prelucrată cu ajutorul calculatorului (15).

*) Universitatea Politehnică Bucureşti, Splaiul Independenţei nr. 313

Interfaţa digitală, având schema bloc prezentată în fig. 2 permite interconectarea circuitelor electronice la un calculator, prin intermediul unor porturi paralelele de intrare/ieşire (PID).

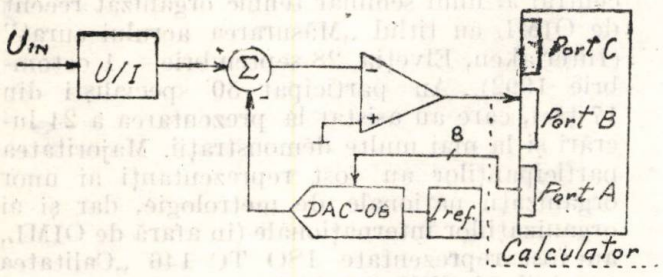


Fig. 2 Schema bloc a interfeţei digitale

Montajul reprezintă un convertor analog-digital cu aproximaţii succesive.

În funcţie de valoarea bitului din ieşirea comparatorului, microprocesorul comandă convertorul analog-digital, deci şi curentul injectat de acesta în sumator.

Blocul sumator realizează de fapt diferenţa între valoarea I a curentului (valoare proporţională cu mărimea analogică aflată la intrarea convertorului tensiune — curent) şi valoarea curentului la ieşirea convertorului digital-analog.

Dacă mărimea de intrare analogică are o plajă de variaţie a valorilor $[-U_{max}, U_{max}]$, la ieşirea convertorului tensiune — curent vom avea domeniul valorilor curentului $[-I_{max}, I_{max}]$. Deoarece convertorul digital-analog nu permite obţinerea, la ieşirea acestuia, a unor valori negative ale curentului, se impune în acest caz aplicarea unui curent suplimentar blocului sumator, impunîndu-se astfel funcţionarea convertorului digital-analogic cu un curent de ieşire cuprins în intervalul de valori $[0, 2\ I_{max}]$.

În aceste condiţii, se determină valoarea curentului de referinţă ce este injectat în convertorul digital — analog :

$$2I_{max} = 2^k \frac{I_{ref}}{2^8} = I_{ref} \frac{255}{256} \qquad (1)$$

$$I_{ref} = \frac{512}{255} I_{max} \qquad (2)$$

Dacă convertorul tensiune — curent are o gamă a valorilor de ieşire cuprinsă în intervalul $[-10, 10]$ mA, rezultă că sursa de referinţă de curent trebuie să debiteze un curent de 20,07 mA.

Conform datelor de catalog, se va utiliza în bune condiţii un convertor digital-analog DAC — 08, produs de I.P.R.S. — Băneasa. Montajul nu necesită nici un fel de corecţie, în acest fel prelucrarea informaţiilor utile efectuîndu-se cu o viteză mai mare.

În fig. 3 se exemplifică principalele forme de undă ale lanţului de prelucrare a semnalului :

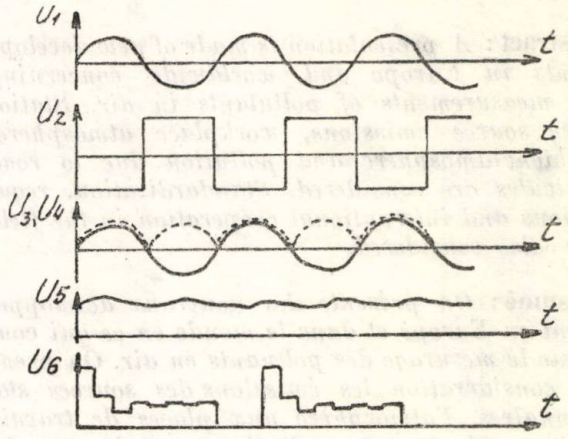


Fig. 3 Formele de undă

Pentru prelucrarea digitală a informaţiei, tensiunea analogică este aplicată unui convertor analog-digital cu aproximaţii succesive ce permite realizarea unei viteze de conversie mare, cu o eroare destul de redusă.

Aceste avantaje sunt fructificate de către porturile paralele *I/O* ale circuitului 8255 din compunerea calculatorului, magistrala de date de 8 biţi asigurând o rezoluţie a semnalului digital de 0,4%.

Codul numeric obţinut pe magistrala de date a calculatorului furnizează informaţia asupra mărimii abaterii dimensionale, cât şi a sensului acesteia.

Convertorul analog-digital este realizat prin introducerea unui convertor digital-analog într-un circuit de reacţie controlat de către microprocesorul Z80.

Pentru mărirea vitezei de conversie, se vor utiliza programe în limbaj de asamblare, limitările fiind practic impuse de frecvenţa limită a impulsurilor CLOCK ale microprocesorului pentru care se asigură o funcţionare bună.

Sistemul de măsurări dimensionale cu traductor inductiv realizat se pretează la integrarea acestuia în procesele automate de măsurare şi control a producţiei de subansamble.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Iliescu, C., Pantelimon, B.*, Măsurarea electrică a mărimilor neelectrice ; Litografia I.P.B., 1992
[2] *Iliescu, C., Pantelimon, B.*, Senzori şi traductoare ; Litografia I.P.B., 1993
[3] *Ilieseu, C., Pantelimon, B., Ghinea, M., Ilie, L., Petre V., Stanciu, M.*, Măsurarea electrică a mărimilor neelectrice, îndrumar de laborator ; Litografia I.P.B., 1992
[4] *Haşegan, M. C.*, Proiectarea circuitelor cu microprocesor Z80
[5] *Ciugudean, M.* ş.a., Circuite integrate liniare. Aplicaţii
[6] ***** Catalog I.P.R.S. — Băneasa

Metrologia "aerului curat" în Europa*)

Abstract: *A presentation is made of new developments in Europe and worldwide concerning the measurements of pollutants in air. Stationary source emissions, workplace atmosphere, ambient atmosphere and pollution due to road vehicules are considered. Standardization, regulations and international cooperation in the field are also considered.*

Résumé: *On présente des nouveaux developpement en Europe et dans le monde en ce qui concerne le mesurage des polluants en air. On prend en considération les émissions des sources stationnaires, l'atmosphère aux places de travail, l'air ambiant et la pollution produite par les véhicules routièrs. On passe aussi en revue quelques aspects de la standardization, des réglementations et de la coopération internationale dans ce domaine.*

Ordonanţa recentă privind activitatea de metrologie [1] în România include în rândul mijloacelor de măsurare supuse controlului metrologic al statului şi aparatura utilizată pentru controlul poluării mediului. O categorie importantă care face parte din această aparatură este cea destinată măsurării parametrilor aerului, care va forma astfel un obiect de preocupare pentru metrologie legală.

Pe plan mondial, şi, în particular, în cadrul Comunităţii Europene, se acordă o atenţie sporită măsurării componentelor aerului ambiant şi instrumentaţiei destinate acestui scop. Aparate pentru supravegherea purităţii aerului(„monitoare") sunt instalate în numeroase zone populate (în special zone urbane). Se măsoară, de asemenea, concentraţia gazelor nocive în apropierea surselor poluante, în special a vehiculelor şi a altor sisteme tehnologice care generează gaze poluante. Instrumentaţia care serveşte la toate aceste măsurări este supusă unor reglementări legale, elaborate de organisme ca OIML (Organizaţia Internaţională de Metrologie Legală), ISO (Organizaţia Internaţională de Standardizare) şi CEN (Comitetul European de Standardizare). Acestea stabilesc reguli privind caracteristicile tehnice şi metodele de încercare a aparaturii comercializate în acest domeniu. Întrucât în multe ţări nivelurile admisibile ale gazelor poluante sunt stabilite şi controlate cu stricteţe, sancţiunile în caz de depăşire a lor fiind severe, cerinţele care se impun aparaturii de măsurat concentraţiile lor sunt categorice şi este nevoie de mijloace tehnice adecvate pentru verificările metrologice implicate.

Toate aceste probleme au constituit subiectul central al unui seminar tehnic organizat recent de OIML cu titlul „Măsurarea aerului curat" (Interlaken, Elveţia, 28 septembrie — 1 octombrie 1992). Au participat 50 specialişti din 17 ţări, care au asistat la prezentarea a 24 lucrări şi la mai multe demonstraţii. Majoritatea participanţilor au fost reprezentanţi ai unor organizaţii naţionale de metrologie, dar şi ai organizaţiilor internaţionale (în afară de OIML, au fost reprezentate ISO TC 146 „Calitatea aerului", şi CEN TC 264).

Dată fiind activitatea problematicii pentru numeroase persoane şi foruri din ţara noastră preocupate de controlul şi măsurarea parametrilor aerului, am considerat utilă trecerea în revistă a unor aspecte mai importante ale acestor preocupări, bazată în mare parte pe lucrările seminarului citat mai sus.

Baze legale, standardizare

a) OIML

Dintre recomandările OIML, R 99 intitulată „Aparate de măsurat gazele de eşapament ale vehiculelor" se referă direct la condiţiile şi performanţele metrologice în acest domeniu. Alte documente sunt în curs de elaborare.

b) CEN

O activitate susţinută se desfăşoară în cadrul Comitetului Tehnic TC 264 al CEN „Calitatea aerului", înfiinţat în 1990. Obiectul de activitate al comitetului a fost definit ca: „Standardizarea metodelor de caracterizare a calităţii emisiunilor gazoase, aerului ambiant, aerului din încăperi, gazelor de sol şi în depozite şi, în particular, măsurarea poluanţilor aerului (de exemplu, particule, gaze, mirosuri, microorganisme), determinarea eficienţei sistemelor de epurare a gazelor".

TC 264 nu se ocupă de prescrierea valorilor admisibile ale poluanţilor, de locurile de muncă şi „încăperile curate", de substanţele radioactive.

Eşantionarea şi analiza tuturor tipurilor de poluanţi, precum şi metodele de referinţă pentru etalonarea sistemelor automate de măsurare a poluanţilor se vor efectua pe baza standardelor CEN. În cazurile în care acestea nu au fost elaborate, vor fi aplicate standarde naţionale.

S-a stabilit, de asemenea, că determinarea concentraţiilor de poluanţi trebuie făcută cu o incertitudine (la un ivel de încredere de $P = 0{,}95$) exprimată în procente din valorile

* Prezentare realizată de Colectivul de redacţie al revistei METROLOGIE cu concursul dnei. chim. *Steluţa Duţă* (INM).

maxime admise ale concentraţiei, care să nu depăşească :

Monoxid de carbon :	10%
Dioxid de sulf :	10%
Praf, total :	20%
Carbon organic, total :	30%
Clorură de hidrogen :	30%

Concentraţia reglementată de poluanţi trebuie definită împreună cu metoda standardizată de măsurare, iar metoda de măsurare respectivă trebuie validată astfel încît să se evalueze „zona cenuşie" care este vitală pentru verificarea respectării valorii limită admise.

Pentru viitor, se preconizează extinderea activităţii CEN/TC 264. Au fost propuse următoarele subiecte principale pentru preocupările comitetului :

Emisii

Dioxine
Clorură de hidrogen
Mirosuri
Fluorură de hidrogen
Amoniac
Metale
Formaldehidă
Plumb
Etalonarea sistemelor automate

Aerul ambiant

Cerinţe minimale
Planificarea măsurărilor
Metale
Formaldehidă
Dioxine
BTx
C/F — hidrocarburi

Aer interior/Alte subiecte

Planificarea măsurărilor
Dioxine
Formaldehidă
Testarea materialelor pentru filtre
Gaze de sol

În prezent se discută priorităţile abordării tuturor acestor subiecte şi repartizarea între comitetele tehnice corespunzătoare ale CEN şi ISO.

c) **ISO**

În Comitetul tehnic 146 al ISO sunt înregistrate 21 ţări ca membri participanţi şi 30 ţări ca observatori. CT 146 menţine legături cu 14 organizaţii interesate în calitatea aerului, printre care CEC, ILO, IUPAC, OIML, UNECE, UNEP, WHO, WMO. El include patru subcomitete :

— Subcomitetul 1 : Surse de emisie staţionare
— Subcomitetul 2 : Atmosfera la locurile de lucru
— Subcomitetul 3 : Atmosfera ambiantă
— Subcomitetul 4 : Aspecte generale

Activităţile cele mai importante, în prezent, se referă la : praf (concentraţii joase), dioxid de sulf, oxizi de azot, oxid de carbon, bioxid de carbon, oxigen, hidrocarburi policiclice şi aromatice (SC 1); componente specifice în praf (arsen, cadmiu etc.), gaze anorganice, compuşi organici (SC 2); gaze anorganice ca dioxid de sulf, oxizi de azot, ozon, sulfură de hidrogen, amoniac, fluorină, compuşi organici ca hidrocarburi nemetanice şi hidrocarburi policiclice aromatice (SC 3); terminologie, caracteristici de performanţă, strategii de eşantionare, prelucrarea datelor privind presiunea şi umiditatea (SC 4).

Unul din obiectivele importante ale CT 146 este reducerea duratei medii a elaborării complete a standardului de la 7 ani (valoarea medie pe ISO) la cca. 4 ani (standardele europene vor trebui elaborate în termene chiar mai scurte, între 2,5 şi 3 ani).

Metodologie

a) Materiale de referinţă

Pentru etalonarea/verificarea aparatelor de măsurat concentraţia poluanţilor în atmosferă, în toate ţările industrializate se folosesc amestecuri etalon de gaze. Acestea au rolul de materiale de referinţă şi sunt supuse reglementărilor şi procedurilor metrologice specifice acestei categorii de etaloane.

Autori din Elveţia, Marea Britanie, Germania, Olanda, Finlanda şi Suedia au prezentat aspecte ale producerii şi certificării amestecurilor etalon de gaze în ţările lor. De regulă, în fiecare ţară există un organism specializat care efectuează certificarea, în unele locuri acesta fiind chiar instituţia naţională de metrologie.

Se pare că întreaga acţiune de certificare, diseminare şi utilizare a amestecurilor etalon de gaze destinate supravegherii metrologice a aparatelor de măsurat poluarea aerului este cel mai bine pusă la punct în Marea Britanie şi în Germania. De exemplu, în Marea Britanie instituţia naţională de metrologie, NPL (National Physical Laborator), a realizat o unitate care prepară etaloane primare de amestecuri de gaze. Acestea sunt utilizate pentru certificarea etaloanelor secundare corespunzătoare, care sunt destinate etalonărilor de aparatură în toate laboratoarele industriale şi guvernamentale. Sistemul prezentat asigură trasabilitatea tuturor gazelor de referinţă, garantîndu-se astfel corectitudinea măsurărilor executate cu aparatele verificate în cadrul acestuia.

Și în Elveția certificarea gazelor de referință este asigurată de forul metrologic tutelar, Oficiul Federal de Metrologie al Elveției. Prepararea amestecurilor de referință este însă făcută în diferite întreprinderi. Difuzarea gazelor certificate se face prin Serviciul Elvețian de Acreditare.

b) Comparații, certificare

Certificarea materialelor de referință se face prin comparații cu etaloane primare sau prin metoda comparațiilor circulare (comparații interlaboratoare).

Este important de relevat una din particularitățile comparațiilor în domeniul concentrațiilor de gaze. În general, la derularea comparațiilor materialelor de referință, se trimit laboratoarelor participante **mostre practic identice** provenite din același material inițial. Comparația se desfășoară în conformitate cu bine cunoscutul standard ISO 5725. În cazul de față, nu este posibil de preparat eșantioane identice de aer, care să fie analizate de laboratoarele participante la comparație. Trebuie aplicate proceduri mai complicate, de obicei fiecare laborator fiind nevoit să-și prepare eșantioanele necesare. Deseori se procedează prin măsurarea cvasi-simultană, la fața locului (în teren), a eșantioanelor colectate cu ajutorul aparatelor furnizate de fiecare laborator. Variabilitatea concentrațiilor și condițiile de prelevare produc dificultăți suplimentare în evaluarea statistică a rezultatelor.

Etalonările și verificările de aparatură, folosind amestecuri certificate, ridică numeroase probleme din cauze ca: reactivitatea gazelor poluante și concentrațiile mici măsurate; riscul utilizării unor materiale necorespunzătoare; lipsa procedurilor scrise sau neuniformitatea acestora.

c) Sisteme naționale de etalonări

Trasabilitatea măsurărilor în domeniul concentrației de impurități în aer poate fi asigurată printr-un sistem național de laboratoare acreditate. În acest fel se procedează în mai multe țări din Europa, printre care Marea Britanie, Germania, Elveția, Olanda.

De exemplu, în Marea Britanie laboratoarele comerciale care fac etalonări /verificări în acest domeniu sunt acreditate în cadrul NAMAS (National Measurements Accreditation Scheme). Laboratoarele sunt acreditate pe baza unei expertize (audit) care stabilește capabilitatea laboratorului, cu privire la: clădire, condiții de mediu, etaloane, aparatură, proceduri scrise, personal calificat. O condiție esențială a acreditării este utilizarea amestecurilor certificate de gaze în toate etalonările/verificările executate.

În Germania funcționează o rețea foarte bine organizată de laboratoarele pentru supravegherea metrologică a aparatelor de măsurat compoziția gazelor de eșapament. Se măsoară componentele CO, CO_2, HC și O_2 la motoarele cu benzină, iar la motoarele diesel sunt utilizate fummetre (opacimetre și aparate cu filtre).

Colaborări internaționale

În domeniul aparaturii destinate controlului „aerului curat" colaboraare internațională este de o importanță deosebită, datorită următoarelor împrejurări:

— metodele de măsurare încă nu sunt standardizate pe plan internațional, iar metodele în uz nu dau totdeauna rezultate concordante;

— apar în permanență metode și aparaturi noi, a căror evaluare ar dura prea mult fără o participare a mai multor țări;

— pentru certificarea gazelor de referință este deseori necesară colaborarea unor laboratoare din țări diferite.

În prezent sunt în curs mai multe proiecte de cooperare în domeniul măsurării poluanților aerului, finanțate de BCR (Bureau Communantaire de Référence).

În afară de acestea, au fost organizate mai multe comparații internaționale, precum și alte colaborări bilaterale între țări europene.

Noutăți în tehnicile de măsurare și în aparatură

a) Noi procedee și tehnici în controlul gazelor poluante emise de vehicule

Identificarea, supravegherea și controlul poluării aerului, datorată emisiilor gazoase și fumului produs de diferite tipuri de vehicule, se bazează pe procedee complexe de testare, care se aplică atât la omologare și în exploatare, precum și în trafic.

Procedeele aplicate în Statele Unite [2] pentru motoarele cu benzină, constau în măsurarea concentrației gazelor de eșapament într-o instalație fixă, alcătuită dintr-o platformă dinamometrică, sistem de prelevare și analiză a probelor, precum și dispozitiv de calcul corespunzător.

Instalația servește la determinarea simultană a concentrației hidrocarburilor H—C și a gazelor de ardere CO, CO_2, NO_x prezente în emisiile poluante, atât de vehiculele noi supuse probelor de omologare, cât și de cele care prezintă un anumit grad de uzură.

Procedura recent cunoscută sub denumirea testului „high-fech" [2] completează testul IM 240 utilizat la nivelul anilor 1980, care constă în verificarea emisiei gazoase la o singură viteză de funcționare a motorului, pe o durată de 240s, cu verificarea debitului de evaporare a benzinei

existente în rezervorul vehiculului, precum și cu testul de etanșeitate a circuitului vaporilor de combustibil.

Condițiile în care se efectuează testul simulează situația reală din trafic, și anume, ambreieri, debreieri, fenomene de acvaplanare, frecări datorate curenților de aer etc., ceea ce permite evaluarea concentrației gazelor emise, cât mai conformă cu realitatea.

Concentrația gazelor poluante emise de vehicule, exprimată în mg/milă, se determină prin metodele de detectare prin ionizare în flacără (FID) pentru hidrocarburi, prin cele nondispersive în infraroșu (NDIR) pentru CO și CO_2 și prin chimioluminiscență pentru NO_x.

Prin intermediul acestui echipament este posibilă monitorizarea continuă a concentrației emise pentru diferite faze de funcționare a motorului; de asemenea, metoda este exactă și „nonintrunsivă", iar prin diluarea probei prelevate cu aer proaspăt, se asigură integritatea probei și protecția analizorului împotriva concentrațiilor ridicate de vapori de apă emiși de vehicul.

Pentru îndeplinirea acestor deziderate sunt necesare, însă, eforturi financiare pentru realizarea echipamentului și dotarea acestuia cu analizoare sensibile și fiabile.

Procedeele de control în trafic constau în măsurarea nivelului de concentrație a gazului de eșapament emis pe șosea, de unul sau mai multe vehicule aflate în mers. Ele se realizează cu echipamente alcătuite din sisteme de detecție a concentrației de noxe, sisteme radar, camere video și sisteme de calcul adecvate.

Sistemele de detecție se bazează pe măsurarea absorbției, la o lungime de undă specificată a unui fascicul de radiație infraroșie emisă de o sursă corespunzătoare, care este instalată pe o parte a șoselei, de către un detector plasat vis-à-vis de sursă. Radiația absorbită este proporțională cu concentrația gazelor conținute în emisia vehiculelor.

Sistemele noi de detecție permit analiza simultană a CO și a hidrocarburilor, fiind în curs de perfecționare și măsurarea NO_x prin metoda non-dispersivă în ultraviolet [2].

Procedura de control în trafic permite identificarea unuia sau mai multor vehicule poluante, dintr-o serie care trece simultan printr-un fascicul de radiație infraroșie emise de sursa care este instalată pe șosea.

Sistemul de calcul aferent realizează corelația dintre nivelul concentrației gazelor poluante eșapate cu viteza vehiculului, determinată de sistemul radar.

În principal, tehnicile moderne de detecție a gazelor poluante din emisia vehiculelor se bazează pe una din următoarele metode:

- NDIR (Infra Roșu Non-Dispersiv) [3]
- FTIR (Infra Roșu cu Transformată Fourier) [4]
- DOAS (Spectroscopie de Absorbție Diferențială [5]
- MAS (Spectrofotometrie de Absorbție Moleculară) [6]
- Senzoriale [7]

Analizoarele bazate pe NDIR, utilizate în prezent în Germania, au la bază fie filtre de corelare interferențiale, fie gaze de corelare, și se caracterizează printr-o bună selectivitate și stabilitate; ele nu necesită calibrarea „în flux".

Sistemele FTIR utilizate în Japonia și Germania, constau dintr-o unitate optică echipată cu un interferometru, un compartiment de probe și o unitate de calcul. Avantajele acestui instrument sunt legate de timpul de analiză scurt, rezoluția bună a lungimii de undă și posibilitatea măsurării continue. De asemenea, ele se pretează și la măsurarea concentrației poluanților emiși de vehicule alimentate cu benzină, metanol sau motorină.

Tehnica DOAS, aplicată în Suedia, folosită doar pentru analiza gazului emis și a aerului ambiant, este diferită de tehnica spectrometrică de absorbție convențională, prin aceea că se înregistrează o regiune a spectrului, care are o frecvență de apariție mare în timpul unui ciclu de măsurare, și apoi se compară cu spectrul de referință al substanței supuse măsurării. Concentrația noxelor determinate prin această tehnică de măsurare, respectiv NO_x și SO_2, se măsoară după calibrarea prelabilă a aparatului.

Senzorii gazoși [7] se utilizează ca și DOAS în măsurările „în-situ", fiind specializați în detectarea CO, H_2S etc., și se caracterizează prin simplitate, economicitate, timp de răspuns scurt și rezistență la agresivitatea mediului.

Metodele spectrofotometrice cu absorbție moleculară în intervalul spectral ultraviolet-vizibil-infraroșu sunt continuu perfecționate, avîndu-se în vedere noile tehnologii și materiale utilizate la construcția aparatelor de acest tip, precum și selectivitatea reactivilor de complexare utilizați.

Unele dintre metodele menționate mai sus sunt aplicabile și pentru măsurarea fumului de la motoarele diesel. În plus, se măsoară concentrația masică a particulelor în suspensie, fie printr-o metodă gravimetrică directă, fie printr-o metodă optică indirectă [3]. Noile metode optice constau în măsurarea înnegririi unor hîrtii de filtru speciale, sau a atenuării luminii (opacimetre), în flux sau semistaționare. Această metodă semistaționară este aplicată în Germania la supravegherea emisiei particulelor, în timp ce opacimetrele în flux se folosesc în cazuri speciale.

Problemele specifice acestor tehnici sunt legate de mărimea și distribuția particulelor, precum și de condițiile de operare ale vehiculului.

Din punct de vedere al verificării metrologice a acestor instrumente, se evidențiază problemele referitoare la lipsa fumurilor de referință ne-

cesare calibrării, ceea ce se simulează cu filtre optice, şi imposibilitatea verificării întregului echipament.

b) Aparate pentru măsurarea emisiei de NO_x

Măsurarea emisiilor de oxizi de azot, deosebit de utilă pentru evaluarea poluării atmosferice de la uzinele energetice, chimice, metalurgice, de celuloză şi hîrtie etc., se face global concentraţia fiind exprimată în mg NO_x/m^3.

Într-o serie de ţări [5] astfel de măsurări sunt foarte importante în cadrul programului de evaluare a calităţii aerului, determinările fiind efectuate în flux sau static, prin unul din următoarele procedee : chimioluminisecenţă, metodă chimică umedă sau spectrometrie.

Metodele continue utilizate în Finlanda, Suedia, Olanda, au la bază tehnica DOAS prezentată mai sus, precum şi pe cea bazată pe chimioluminiscenţă.

În Olanda sunt dezvoltate proiecte în care se folosesc mijloace de măsurare cu celule electrochimice sau cu analizoare de absorbţie în infraroşu sau ultraviolet, dat fiind preţul de cost scăzut al posibilităţilor de aplicare.

O metodă fotometrică bazată pe reactivi NABEL este utilizată în mod curent şi în laboratoarele de monitoring a aerului din Elveţia, datorită exactităţii şi lipsei interferenţelor.

c) Măsurarea conţinutului de praf

Conţinutul de praf din aer este cauzat, în special, de fenomenele de eroziune, mişcarea vehiculelor, diverse manipulări etc., emisia lui fiind neregulată şi, de cele mai multe ori, imprevizibilă şi influenţată de condiţiile meteorologice. Ca urmare, măsurarea conţinutului de praf necesită perioade lungi de timp şi aparate cu rezoluţie bună. Suplimentar, este necesar studiul dimensiunii şi distribuţiei particulelor de praf, datorită corelaţiei existente între emisia de praf şi calitatea prafului.

În Olanda este utilizat un echipament înregistrator pentru determinarea concentraţiei de praf, care cuprinde un colector de probă prin impcat inerţial, deplasat la intervale regulate de timp, într-o perioadă dată, şi un analizor automat. Imaginea imprimată pe colector este interpretată automat, rezultatul fiind o descriere, în detaliu, a variaţiei concentraţiei de praf, precum şi a distribuţiei dimensiunilor particulelor pe durata de timp stabilită. Acest sistem de măsurat este utilizat şi în programele de monitorizare pe termen lung.

În afara acestora, opacimetrele optice care au fost prezentate la măsurarea poluanţilor emişi de motoare diesel sunt utilizate şi pentru determinarea concentraţiei de praf de la coşurile fabricilor de ciment, furnalelor metalurgice etc.

BIBLIOGRAFIE

[1] Ordonanţă privind activitatea de metrologie. Nr. 20, 21 August 1992. Monitorul Oficial al României, partea I, Anul IV nr. 212, 29 August 1992.

[2] *Clemmens W. B., Chappell S.* ., New Methods for Identifying Gross Polluting Vehicles in the United States of America, Bull. OIML., 129, 29—92, 1992;

[3] *Wendt K.*, Gas Analyzer with Excellent Long-Term Stability for the Measurement of Exhaust Gases from OTTO Engines and Opacity Measuring Equipment for DIESEL Engines, Bull. OIML, 130, 3—14, 1992;

[4] *Adachi M.*, Multicomponent Continuous Measurement of Automotive Emission Using FTIR Spectrophotometer, Bull. OIML 129 43—52, 1992

[5] *Nyquist G.*, Continuous Monitoring Systems for SO_2 and NO_x Emission Control, Bull. OIML 130, 23—28, 1993;

[6] *Richter W.*, Measurement of Gaseous and Particulate Polluants in Vehicle Exhaust Emission Surveillance in Germany, Bull. OIML 128, 27—35, 1992;

[7] *** Clean Air Measurement, Bull. OIML 129, 11—20, 1992.

Din nou despre „metrologia industrială"

În paginile revistei (de exemplu, în [1]) s-a mai arătat că în ultimul timp se conturează tot mai clar divizarea metrologiei în următoarele trei categorii de activităţi :

— metrologie ştiinţifică ;
— metrologie industrială ;
— metrologie legală.

Metrologia industrială are ca obiect de preocupare mijloacele de măsurare „nereglementate", adică cele care nu sunt supuse controlului metrologic obligatoriu al statului (spre deosebire de mijloacele de măsurare „reglementate", de care se ocupă metrologia legală).

În Europa metrologia industrială a luat o dezvoltare accentuată în special în legătură cu faptul că sistemele de asigurare a calităţii, prescrise prin seria de norme europene EN 45000, prevăd expres ca „toate mijloacele de măsurare utilizate în încercările produselor pentru determinarea calităţii acestora să fie etalonate, cu asigurarea trasabilităţii la etaloanele naţionale sau la alte etaloane recunoscute". Ca urmare, au trebuit rezolvate cel puţin următoarele probleme fundamentale :

— unde şi în ce condiţii să fie făcute etalonările ?
— cum să fie garantată trasabilitatea acestora ?

Cele ce urmează constituie un scurt comentariu la câteva aspecte de interes ale problemelor enunţate.

1. Etalonare

Înainte de toate, este necesar să fie lămurit conţinutul precis al termenului „etalonare". Definiţia acestuia, conform Vocabularului Internaţional de Metrologie [2], este următoarea :

Etalonare: set de operaţii prin care se stabileşte, în condiţii specificate, relaţia dintre valorile indicate de un aparat de măsurat sau un sistem de măsurare, sau valorile reprezentate de o măsură materializată sau un material de referinţă, şi valorile corespunzătoare determinate cu un etalon.

În legătură cu etalonarea se impun câteva observaţii.

a) Etalonarea se poate aplica oricărui tip de mijloc de măsurare, indiferent de destinaţia sa (etalon, aparat de lucru, măsură, material de referinţă), de clasa sa de exactitate, de locul de utilizare sau de alte considerente.

Trebuie deci evitată părerea că etalonarea s-ar aplica numai etaloanelor. Termenul „etalonare" provine, de fapt, de la implicarea etalonului faţă de care se execută, şi nu de la obiectul asupra căruia se execută. Astfel, poate fi etalonat un micrometru, o ruletă, o balanţă de lucru, un manometru (de orice clasă de exactitate), un ampermetru de tablou, un multimetru digital, un termometru (de orice tip), un pH-metru etc.

b) Termenii străini corespunzători etalonării sunt :

— în engleză : calibration
— în franceză : étalonnage
— în germană : Kalibrierung
— în rusă : kalibrovka

Neconcordanţa etimologică a acestor termeni a fost o altă sursă de confuzii în cursul timpului. Deseori în traduceri se poate găsi „calibrare" în loc de „etalonare", ceea ce este complet greşit, având în vedere că în terminologia românească prin „calibrare" se înţelege altceva [3].

c) Rezultatele etalonării trebuie consemnate într-un certificat (sau raport) de etalonare, sub formă de tabel (care poate cuprinde perechi de valori indicate şi convenţional adevărate, corecţii, factori de corecţie) sau de grafice (curbe).

Certificatul de etalonare mai cuprinde : date de identificare a mijlocului de măsurare etalonat (tip, fabricaţie, serie, caracteristici), beneficiarul etalonării, condiţii de etalonare, incertitudinea de etalonare etc.

2. Verificare

Noţiunea de verificare (metrologică) pare să fie exclusiv de domeniul metrologiei legale. Într-adevăr, nu am găsit-o în documentele referitoare la asigurarea calităţii (ISO, CEN) şi, în general, am ajuns la bănuiala că este ocolită (cu intenţie ?) în prescripţiile privind acest domeniu.

Întrucît nu dorim să intrăm în sfera metrologiei legale, nu vom da aici definiţia curentă a verificării, care poate fi găsită de exemplu în Vocabularul de Metrologie Legală a OIML [4]. În schimb, o redăm pe cea pe care am găsit-o într-un standard francez intitulat „Funcţiunea metrologică în întreprindere" [5], sub o formă care nu implică în nici un fel elemente de metrologie legală :

Verificare : operaţie care permite să se constate că abaterile dintre indicaţiile unui aparat de măsurat sau un sistem de măsurare, sau valorile reprezentate de o măsură materializată, şi valorile cunoscute corespunzătoare ale mărimii măsurate, sunt inferioare erorilor maxime tolerate (limite tolerate ale erorilor).

Standardul citat adaugă următorul comentariu : „În practică, rezultatul verificării permite să se afirme că mijlocul de măsurare satisface sau nu prevederile care autorizează punerea sau repunerea sa în serviciu".

În același standard francez se afirmă că verificarea poate fi făcută în unul din următoarele două moduri :

a) prin compararea rezultatelor etalonării cu valorile erorilor tolerate, sau

b) direct, cu ajutorul unui etalon adecvat care să permită constatarea nemijlocită a depășirii erorilor tolerate ; în acest caz, nu mai este necesară obținerea unor rezultate numerice.

Rezultatul verificării se concretizează :

— fie printr-o constatare a verificării, indicînd utilizatorului că aparatul poate fi repus în serviciu,

— fie printr-o decizie de ajustare, reparare, reformare, sau declasare a aparatului.

3. Comparație între operațiile de etalonare și de verificare

Așa cum am mai amintit, este surprinzător faptul că în normele europene privitoare la asigurarea metrologică se vorbește numai despre etalonare și nu se fac referiri la verificare (repetăm, ne ocupăm aici numai de metrologia industrială, și nu de metrologia legală). În fond, pentru sistemele de asigurare a calității sunt necesare aparate de măsurat *corecte*, care să măsoare cu erori acceptabile. Este suficient, în acest sens, ca acestea să fie etalonate ? Ce se întâmplă cu aparatele la care, după etalonare, rezultă erori care pot fi considerate excesive ? Cine apreciază acest lucru și ia decizia cuvenită ?

La toate aceste întrebări normele europene nu dau răspuns. Ele lasă la latitudinea întreprinderilor instituirea sistemelor lor interne de asigurare metrologică, incluzând în acestea și prescripțiile privitoare la calificarea mijloacelor de măsurare etalonate.

Norma franceză citată [5] confirmă cele de mai sus. La pct. 4.4.2 „Verificare și prescripții" ea prevede următoarele : „Prescripțiile privitoare la aparatul de măsurat, în cadrul acestei norme, definesc condițiile în care el este apt a fi utilizat. Aceste prescripții se prezintă, în general, sub forma unei liste de caracteristici împreună cu erori maxime tolerate (sau limite de erori tolerate). Aceste prescripții sunt stabilite de întreprindere în funcție de nevoile sale ; ele pot fi extrase dintr-o normă sau rezultate din specificațiile constructorului aparatului." ... ...„Pentru a putea lua decizia de acceptare sau de refuz al aparatului, este necesar să se fixeze un criteriu de decizie". În continuare, sunt examinate cazurile în care incertitudinile de etalonare sunt neglijabile în comparație cu erorile tolerate, respectiv cel în care trebuie să se țină seama de ele.

În legătură cu raportul dintre etalonare și verificare, se mai ridică unele probleme care merită a fi comentate.

a) Unii consideră că un aparat nu poate fi etalonat decât dacă în prealabil a fost verificat. Cu alte cuvinte, ar trebui mai întâi constatat că aparatul se încadrează în limitele erorilor tolerate, și abia apoi supus etalonării. În principiu, acest punct de vedere nu este corect. Orice aparat poate fi etalonat, cu singura condiție ca el să nu prezinte defecțiuni evidente. Certificatul de etalonare poate fi întocmit indiferent de valoarea erorilor determinate. Beneficiarul etalonării este cel care își fixează limitele erorilor tolerate, în funcție de nevoile sale (destinația aparatului, aplicațiile în care este folosit etc.).

b) Rezultă că, în general, operațiile de etalonare și de verificare pot fi privite ca independente între ele. Un aparat poate fi etalonat fără să fi fost verificat în prealabil și invers. Etalonarea poate fi executată fără a se ține seama de vreo prescripție privind erorile tolerate.

c) Rezultatele etalonării, consemnate obligatoriu într-un certificat de etalonare, trebuie păstrate, pentru o evidență care poate servi în viitor urmăririi evoluției performanțelor aparatului. În cazul verificării, nu este necesară o asemenea evidență, este suficient un simplu buletin de verificare (cu mențiunea „admis" sau „respins") sau numai aplicarea mărcii de verificare (de regulă o etichetă cu data verificării).

d) Cu excepția aparatelor foarte simple (de exemplu un șubler), etalonarea este preferată verificării în practica metrologică europeană. În afară de motivele rezultate de la alin. *c*) de mai sus, un certificat de etalonare este, din punct de vedere psihologic, mai convingător decât răspunsul „da-nu" rezultat de pe urma verificării. Cazul este asemănător celui al pacientului care, în urma oricărei analize medicale, primește și rezultatele cantitative ale acesteia, nu numai un simplu verdict „normal-anormal".

e) Cititorii vor putea obiecta, față de această argumentație, că de multe ori etalonarea nu este justificată datorită costului ridicat. Trebuie însă știut că azi sunt în uz numeroase sisteme de etalonare automatizate, care produc — fără intervenția operatorului — certificatul de etalonare complet. Ele pot, în același timp, executa și o „verificare", prin compararea rezultatelor (tot automat) cu limite prestabilite de erori. În acest fel, nu există practic diferențe de cost între etalonare și verificare.

4. Trasabilitatea

Criteriul esențial pe care îl invocă toate reglementările privitoare la metrologia industrială este trasabilitatea. Definiția ei [2] este următoarea :

Trasabilitate : proprietatea rezultatului unei măsurări sau a valorii unui etalon de a putea fi raportată, cu o incertitudine specificată, la referințe declarate, de regulă etaloane naționale sau internaționale, printr-un lanț neîntrerupt de comparații.

Orice etalonare, pentru a putea fi recunoscută, trebuie executată în condiții care să asigure trasabilitatea. Aceste condiții includ spațiile de etalonare, etaloanele, aparatura auxiliară, personalul etc. De importanță deosebită este modul în care etalonul de referință (etalonul față de care se face etalonarea) este la rândul său etalonat, astfel încât să fie garantată trasabilitatea la etaloanele naționale.

La cererea beneficiarului etalonării, este necesar ca trasabilitatea să poată fi demonstrată.

5. Acreditarea laboratoarelor de etalonare

Normele europene EN 45000 prevăd acreditarea laboratoarelor de încercări inclusiv a celor de etalonare (în Europa este uzual termenul „laborator de etalonare" — echivalent cu „calibration laboratory" în engleză — termenul „laborator de metrologie" fiind mai rar folosit). Acreditarea se face pe baza unui „audit" (expertiză tehnică) de către un orgenism de acreditare recunoscut. Un laborator acreditat poate emite certificate de etalonare cu girul (sau „în numele") organismului de acreditare, ceea ce conferă credibilitate beneficiarului și promovează uniformitate și coerență pe plan național în ce privește asigurarea metrologică.

În țările Europei occidentale organismul de acreditare este o instituție neguvernamentală recunoscută atât de instituțiile naționale de metrologie, cât și de comunitatea celor interesați. De exemplu, în Marea Britanie el se numește NAMAS, (National Measurement Accreditation System), în Germania este DKD (Deutsche Kalibrierdienst), în Franța BNM (Bureau National de Métrologie), în Italia SIT (Sistema Italiana di Taratura) etc. Numărul laboratoarelor acreditate în unele din aceste țări este de peste 100.

Organismele de acreditare colaborează în cadrul unei organizații europene denumite WECC (Western European Calibration Cooperation).

Acreditarea unui laborator de etalonare se face numai pentru anumite mărimi măsurate, intervale de măsurare și incertitudini de etalonare, în funcție de posibilitățile acestuia. Actul (certificatul) de acreditare este însoțit de o listă cuprinzătoare a mărimilor, intervalelor și incertitudinilor, care trebuie respectată cu tricteţe de laborator la orice etalonare efectuată.

6. Regimul de etaloanelor

În orice laborator acreditat există :
— etaloane de referință,
— etaloane uzuale (de lucru),
— alte mijloace de măsurare și
— aparatură auxiliară.

Etaloanele de referință constituie „vârful" schemelor de transmitere a unităților în interiorul laboratorului. Ele trebuie etalonate periodic, prin comparație cu etaloane de ordin superior, astfel ca trasabilitatea la etaloanele naționale să fie asigurată.

Etaloanele de lucru sunt deseori aparate de măsurat cu caracteristici metrologice adecvate, care sunt utilizate numai pentru transmiterea unității. În funcție de complexitatea și particularitățile etaloanelor de lucru, acestea pot fi, după caz, doar verificate și nu neapărat etalonate.

7. Observații cu privire la documente

În încheiere, menționăm că în practica europeană certificatul de etalonare este un document cu conținut tehnic în care se pune accentul pe informații referitoare la condițiile și rezultatele etalonării (mărimi de influență, metoda de etalonare, operațiile efectuate, incertitudinea de etalonare, eventual modalitățile de prelucrare a rezultatelor etc.). După caz, certificatul de etalonare poate avea și o formă simplificată, restrâns până la simpla prezentare a tabelului cu rezultate.

Certificatul de etalonare nu conține caracterizarea mijlocului de măsurat ca „etalon de ordinul ..." (și în general, nu face referire la eventuala calitate de etalon a acestuia. Declararea unui mijloc de măsurare ca etalon este un act care se îndeplinește în cu totul alt context, de obicei în urma solicitării laboratorului și a confirmării prin acreditare.

Certificatul de etalonare nu prevede termenul de valabilitate al acestuia (data expirării), ci numai data eliberării. Periodicitatea etalonărilor se stabilește de către laboratorul deținător al mijlocului de măsurare, confirmată și cu ocazia auditului premergător acreditării.

Cele de mai sus sunt valabile și pentru buletinele de verificare.

REFERINȚE

[1] *WE. Fay, M. Kochsiek*, Serviciul german de etalonări (DKD) — o cale spre încrederea în rezultatele măsurărilor. Metrologie, vol. 38 nr. 2, 1991, p. 34—39
[2] International vocabulary of basic and general terms in metrology. Draft, 2nd ed., March 1992
[3] STAS 10093/1-86, Metrologie. Activități și documente. Terminologie
[4] Vocabulaire de métrologie légale. Termes fondamentaux. OIML, édition 1978 .
[5] Norme Francaise NF X 07—010. La fonction métrologique dans l'entreprise. AFNOR, Paris, 1986

A. Millea

Reuniunea Comitetului COOMET

Comitetul COOMET (Cooperare în domeniul metrologiei a ţărilor din centrul şi estul Europei) şi-a ţinut cea de a 3-a reuniune anuală la Berlin, între 17 şi 19 martie 1993.

Au participat reprezentanţi ai instituţiilor naţionale de metrologie din Belorusia, Bulgaria, Germania, Lituania, Polonia, România, Rusia, Slovacia şi Ucraina, inclusiv secretariatul COOMET asigurat de Polonia. Au mai luat parte, ca invitaţi, prof. *D. King*, preşedintele PTB, dl. *B. Athané*, directorul BIML şi dl. *P. Drath*, secretar general al EUROMET.

Ordinea de zi a inclus probleme organizatorice, procedurale, tehnice şi de activitate curentă.

A fost examinată situaţia ţărilor nou create în perioada de după a 2-a reuniune. Dintre acestea, Slovacia a devenit oficial membru al COOMET, prin Institutul Slovac de Metrologie (Bratislava), Belorusia şi Ucraina sunt deja membre COOMET din anul 1992. Şi-au exprimat intenţia de a participa la lucrările COOMET Georgia, Gruzia şi Slovenia.

Din raportul secretariatului COOMET rezultă că pînă la data reuniunii au fost primite 111 proiecte propuse. Dintre acestea, 59 proiecte au fost adoptate. Ele sunt repartizate pe următoarele domenii: masă/forţă/presiune (7 proiecte), electricitate (6), lungime/unghi (5), timp/frecvenţă (6), termometrie/calorimetrie (8), radiaţii ionizante (1), fotometrie/radiometrie (10) debit (1), acustică (1), chimie fizică (3), materiale de referinţă (6), metrologie generală (4), metrologie legală (1).

România participă la 27 proiecte aprobate. Majoritatea acestora au ca obiect comparaţii internaţionale de etaloane.

Un interes deosebit a suscitat informarea dlui *B. Athané* despre activităţile OIML privind cooperările regionale în domeniul metrologiei (cum sunt cele din Europa de Vest, America de Nord, America de Sud, Asia şi Zona Pacificului). Dl. *Athané* s-a referit de asemenea la cooperările posibile între COOMET şi OIML şi a comunicat că OIML va oferi seturi de documente instituţiilor de metrologie ale ţărilor desprinse din fosta URSS.

Au fost prezentate informări referitoare la relaţiile COOMET cu alte organizaţii regionale, în special cele din Europa occidentală: EUROMET, WECC, CEN. S-a comunicat că COOMET a fost acceptat ca observator în WELMEC. Reprezentanţii COOMET au participat la reuniunea „persoanelor de contact" ale EUROMET în domeniul masei şi mărimilor conexe la Torino, în zilele de 10—11 martie 1993.

În perioada octombrie-noiembrie 1992 au fost organizate de către PTB, Germania, sub egida COOMET, în Sofia şi în Varşovia, seminarii asupra „metrologiei industriale", care au constituit excelente mijloace de a face cunoscute practicile şi instituţiile consacrate activităţilor de metrologie în ţările Europei occidentale.

În cadrul reuniunii COOMET au fost purtate discuţii interesante în legătură cu tendinţele de evoluţie a organizării şi a conţinutului activităţilor de metrologie în Europa şi în lume. Încercările de model, conform reglementărilor şi practicilor clasice, vor putea fi înlocuite — în domenii bine precizate, unde există toate condiţiile create — prin sisteme de asigurare a calităţii urmărite de inspectorii metrologi pe întregul parcurs al fabricaţiei. Verificarea iniţială va putea fi executată de către producător, dacă acesta are un laborator acreditat.

Comunitatea Europeană tinde să-şi reducă în viitor la 4 — 5 numărul instituţiilor naţionale de metrologie (vor fi păstrate numai cele „puternice", cum sunt PTB, NPL etc.). Rezultatele etalonărilor vor fi recunoscute reciproc.

O altă dicuţie s-a purtat în jurul problemei calificării profesionale a personalului metrolog. Faţă de propunerile formulate în tematica proiectului slovac privind formarea metrologilor, opinia participanţilor — exprimată clar de dnii *Athané* şi *Kochsiek* (PTB) — a fost că nu e necesară în acest scop o formă specializată de învăţământ superior. De altfel, o concluzie similară s-a desprins şi la masa rotundă din cadrul Congresului Mondial IMEKO de la Beijing, 1991. Pe de altă parte, dl. *Athané* a fost de părere că uniformizarea pregătirii metrologilor (programe unice, diplome recunoscute etc.) ar putea fi chiar dăunătoare, datorită tentaţiei ca acreditarea laboratoarelor să se facă nu pe baza rezultatelor acestora, ci prin simpla considerare a diplomelor personalului.

În timpul reuniunii au fost vizitate şi câteva laboratoare ale fostului ASMW, actualmente aparţinînd PTB Berlin. Dintre acestea, se distinge laboratorul de Măsuri dimensionale, cu o dotare excepţională (interferometrie cu laser, dilatometrie etc.).

A. Millea

ORDIN Nr. 18

În temeiul Hotărârii Guvernului nr. 481/1992 privind organizarea și funcționarea Biroului Român de Metrologie Legală ;

Ținînd seama de necesitatea practicării unor tarife actualizate pentru operațiunile de etalonări și verificări metrologice a unor mijloace de măsurare altele decît cele prevăzute în Lista Oficială 1993 comandate de către agenții economici interesați ;

Văzând adresa Ministerului Industriei privind tarifele stabilite de Biroul Român de Metrologie Legală a se practica începând din luna aprilie 1993 pentru etaloanele, mijloacele de măsurare și operațiunile înscrise în lista anexă la prezentul ordin ;

În baza prevederilor Hotărîrii Guvernului nr. 412/1992 ;

Directorul General al Biroului Român de Metrologie Legală numit prin Decizia nr. 79/1992 a Primului Ministru al Guvernului României, emite următorul

ORDIN:

Art. 1. — Începînd cu data de 15 aprilie 1993 se aprobă tarifele informative pentru efectuarea de etalonări și verificări metrologice — altele decât cele prevăzute în Lista Oficială — comandate de agenții economici interesați și nominalizate în lista anexă la prezentul ordin din care face parte integrantă.

Art. 2. — Inspecțiile Interjudețene de Metrologie și laboratoarele teritoriale de metrologie, precum și Institutul Național de Metrologie din subordinea Biroului Român de Metrologie Legală vor practica aceste tarife prin afișarea lor la sediul unității, tarife care, în cazul neacceptării de către agenții economici, vor fi negociate. Acțiunea de negociere se va finaliza printr-un document încheiat și semnat de ambele părți prin care se stabilește noul nivel acceptat.

Art. 3. — Prezentele tarife sunt provizorii și se vor practica, experimental, până la definitivarea prețurilor la principalele produse și servicii pe economie, urmând a fi revăzute și prezentate pentru o nouă negociere la Ministerul Industriei în luna mai 1993 odată cu tarifele prevăzute la mijloacele de măsurare din Lista Oficială 1993.

Art. 4. — Direcția Economico-Administrativă din cadrul Biroului Român de Metrologie Legală și unitățile subordonate Biroului Român de Metrologie Legală vor aduce la îndeplinire dispozițiile prezentului ordin.

DIRECTOR GENERAL,
ing. *Petru Gabriel Iordăchescu*

LISTA DE TARIFE

Pentru verificarea și etalonarea metrologică a unor mijloace de măsurare *

Nr. poz. L.T.	Denumirea mijlocului de măsurare	Tarif (lei)		Obs.
		Verificare	Etalonare	
0	1	2	3	4
1.	**Mijloace pentru măsurat MĂRIMI DE SPAȚIU ȘI TIMP**			
	LUNGIME			
1.1.	Rigle rigide și flexibile cu $L \leqslant 1$m :	250		
	— pentru fiecare metru suplimentar	100		
1.2.	Măsuri gradate diferite (măsuri pliante, rigle gradate din lemn, material plastic etc.) pentru uz tehnic și didactic	100		
1.3.	Mire :			
1.3.1.	de nivelment, cu bandă din invar cu $L = 3$ m		6 060	
1.3.2.	orizontale, din invar, tip Bala		5 050	
1.4.	Calibre de reglare, prelungitoare micrometrice, perechi de adausuri, micrometre și comparatoare pentru filete, calibre limitative	260		
1.5.	Lere (de grosime, rază sau de filet)	185		
1.6.	Compasuri de măsurat lungimi	135		
1.7.	Șublere :			
1.7.1.	Șublere de exterior, interior și adâncime			
1.7.1.1.	cu $L \leqslant 300$mm	160		
1.7.1.2.	cu $L > 300$ mm	260		
1.7.2.	Șublere de trasaj, de sudură	510		
1.8.	Clupe și zoometre	135		
1.9.	Micrometre :			
1.9.1.	de exterior, interior, cu fălci, adâncime, filete	510		
	— pentru reglarea pe zero	125		
1.9.2.	de alezaje, sau cu comparator	385		
1.9.3.	de alezaje tip vergea cu $L > 30$ mm	1 255		
	— pentru fiecare prelungitor	1 000		
1.10.	Pasametre	260		
1.11.	Comparatoare mecanice :			
1.11.1.	cu cadran (inclusiv cu contacte electrice)			
1.11.1.1.	cu valoarea diviziunii 0,01 mm și intervalul de măsurare până la 10 mm	280		
	— pentru fiecare 5 mm suplimentari	155		
	— pentru verificarea suportului	780		
	— pentru verificarea contactelor	320		
1.11.1.2.	cu valoarea diviziunii 0,001 până la 0,005 mm și intervalul de măsurare până la 1 mm	380		
	— pentru fiecare mm suplimentar	155		
	— pentru verificarea suportului	780		
	— pentru verificarea contactelor	320		
1.11.2.	de alezaje, cu palpator amovibil, cu bucșe extensibile, cu bile, pasimetre	355		
	— pentru fiecare palpator suplimentar	155		
1.12	Aparate de măsurat grosimi și ceapraz	260		
1.13.	Extensometre :			
1.13.1.	mecanice, optico-mecanice	3 370		

* Mijloace de măsurare care nu sunt cuprinse în „Lista Oficială 1993" sau ale căror operații de etalonare sau verificare nu sunt cuprinse în această listă.

0	1	2	3	4
1.13.2.	electrice, electronice, pentru un traductor și interval de măsurare			
1.13.2.1.	clasă A, B_1	10 080		
1.13.2.2.	clasă B_2, C	6 710		
1.13.2.3.	clasă D, E	5 380		
1.13.3	pentru fiecare traductor și interval de măsurare suplimentar :			
1.13.3.1	clasă A, B_1	4 030		
1.13.3.2	clasă B_2, C	3 370		
1.13.3.3	clasă D, E	3 030		
1.14.	Micrometre orizontale, verticale, tip Trimos	5 380		
	— pentru fiecare bloc suplimentar	3 360		
1.15.	Lupe și microscoape de măsurare :			
1.15.1	Lupe de măsurat lungimi	250		
1.15.2	Microscoape de măsurat lungimi cu valoarea diviziunii 0,01 mm	500		
	— pentru scara unghiulară	250		
1.15.3	Microscoape de măsurat dimensiunile pulberilor, suspensiilor, pentru o scară gradată și un obiectiv	5 035		
	— pentru fiecare scară gradată și un obiectiv suplimentar	2 350		
1.16.	Echipamente de măsurare și afișare a cotei pe mașini unelte			
	— pentru o coordonată	16 810		
	— pentru fiecare coordonată suplimentară	8 390		
1.17.	Interferometre cu laser :			
	— cu L pînă la 1 metru	12 754		
	— cu L peste 1 metru	21 480		
	NOTĂ — Verificarea și calibrarea corectorului de lungimi de undă se taxează pe bază de deviz.			
1.18.	Mașini de măsurat grosimi de materiale de flux :			
	— pentru 1 traductor și un interval de măsurare	16 800		
	— pentru fiecare traductor și interval de măsurare suplimentar	8 390		
1.19.	Aparate de măsurat grosimea acoperirilor :			
1.19.1.	Aparate de măsurat grosimea vopselei			
	— pentru un traductor și un interval de măsurare	2 685		
	— pentru fiecare traductor și interval de măsurare suplimentar	1 000		
1.19.2.	Aparate de măsurat grosimea depunerilor electrolitice :			
	— pentru un traductor și un interval de măsurare	4 000		
	— pentru fiecare traductor și interval de măsurare suplimentar	1 000		
1.20	Aparate de măsurat cu ultrasunete :			
1.20.1	Aparate sonice de măsurat lungimi			
	— pentru un traductor și un interval de măsurare	3 360		
	— pentru fiecare interval de măsurare și traductor suplimentar	1 340		
1.20.2.	Defectoscoape cu ultrasunete			
	— pentru un traductor și un interval de măsurare	10 070		
	— pentru fiecare traductor și interval de măsurare suplimentar	1 345		
1.21.	Interferometre de măsurat abateri de la planitate	11 410	16 110	
1.22.	Aparate electronice de măsurat abateri de la circularitate cu un traductor și un interval de măsurare	9 400	13 430	
	— pentru fiecare traductor sau interval de măsurare suplimentar	940	1 340	

0	1	2	3	4
1.23.	Microscoape de măsurat rugozitatea	7 050		
1.24.	Mostre de rugozitate	560		
1.25.	Proiectoare de profile :			
	— cu valoarea diviziunii $\leqslant 0{,}005$ mm	9700		
	— cu valoarea diviziunii $> 0{,}005$ mm	7 550		
1.26.	Aparate electronice de măsurat profile, pentru un singur traductor și interval de măsurare	7 720	12 080	
	— pentru fiecare traductor sau interval de măsurare suplimentar	770	1 210	
1.27.	Aparate pentru măsurat grosimea dinților la roțile dințate	1 790		
1.28.	Aparate de măsurat pasul la roțile dințate	2 950		
1.29	Cale de reglare a aparatelor de măsurat pasul la roțile dințate 1 buc.	360	540	
1.30.	Aparate de măsurat cota peste dinți la roți dințate	1 540		
1.31.	Aparate de măsurat bătaia radială și frontală la roți dințate	2 000		
1.32.	Aparate pentru controlul angrenării roților dințate, pentru un interval de măsurare	8 050		
	— pentru fiecare interval de măsurare suplimentar	830		
	— pentru fiecare accesoriu suplimentar	650		
	VOLUM			
1.33.	Baloane cotate, pipete, eprubete colorimetrice, cilindri, pahare conice, etc. cu un singur reper		2 390	
1.34.	Pipete, eprubete colorimetrice, cilindri, pahare conice, fiole gradate pentru centrifugă, eritrometre etc. cu două sau mai multe repere sau o scară gradată		3 690	
1.35.	Butirometre		5 430	
1.36.	Măsuri din metal cu volum nominal > 50 dm^3	3 000		
1.37.	Cisterne de cale ferată	7 100		
	UNGHI PLAN			
1.38.	Poligoane cu 5 ... 72 unghiuri active, clasă 1, pentru fiecare unghi activ	437	650	
1.39.	Rigle de sinus	1 530		
1.40.	Platouri de sinus			
	— cu simplu unghi	2 460		
	— cu dublu unghi	4 920		
1.41.	Aparate pentru controlul conurilor	6 200		
1.42.	Nivele :			
1.42.1.	cilindrice, paralelipipedice, prismatice etc.	930		
1.42.2.	cu echer, cadru, raportor, șurub micrometric, microscop etc.	1 840		
1.43.	Clinometre	3 690		
1.44.	Raportoare optice și mecanice	920		
1.45.	Dendrometre	1 880		
1.46.	Girometre metrologice pentru măsurarea direcției curenților de aer :			
1.46.1.	— orizontale	4 700		
1.46.2.	— verticale	6 710		
1.47.	Dwellmetre	2 000		
	TIMP			
1.48	Cronometre electronice	430		
1.49.	Aparate de verificat ceasornice	7 180		
1.50.	Instalație de cronometrat întreceri sportive	10 960		

0	1	2	3	4
	VITEZĂ LINIARĂ			
1.51.	Vitezometre industriale de tablou pentru viteză liniară	500		
1.52.	Anemometre cu viteza maximă până la 22 m/s	1 000	1 800	
2.	**Mijloace pentru măsurat MĂRIMI CARACTERISTICE FENOMENELOR PERIODICE ŞI CONEXE**			
	FRECVENŢĂ			
2.1.	Frecvenţmetre electronice cu rezonanţă	5 440		
2.2.	Frecvenţmetre electronice cu ac indicator	1 490		
2.3.	Convertoare de frecvenţă	5 440		
2.4.	Generatoare de impulsuri	7 220		
2.5.	Generatoare de funcţii	7 220		
	FRECVENŢĂ DE ROTAŢIE (TURAŢIE)			
2.6.	Tahometre centrifugale clasă de la 1,5 la 4, cu un singur interval de măsurare	260	600	
	— pentru fiecare interval de măsurare suplimentar	60	200	
2.7.	Tahometre cu curenţi turbionari	500	700	
2.8.	Tahometre electrice analogice cu un singur interval de măsurare	520	830	
	— pentru fiecare interval de măsurare suplimentar	160	300	
2.9.	Tahometre electronice cu funcţiuni multiple (tahometru calculator, AMTRD etc.)	2 000	2 600	
2.10.	Stroboscop	1 400	2 000	
	PARAMETRII VIBRAŢIEI			
2.11.	Aparate utilizate pentru echilibrări dinamice	6 300		
2.12.	Vibrometre mecanice	1 850		
2.13	Vibrometre electronice cu un singur traductor	2 000		
	— pentru fiecare traductor suplimentar	900		
2.14.	Amplificatoare de condiţionare	2 500		
2.15.	Aparate de măsurat parametrii vibraţiei mecanice cu un traductor piezoelectric şi un singur preamplificator	2 900		
	— pentru fiecare preamplificator suplimentar	1 250		
2.16.	Traductoare de vibraţii cu adaptoare	2 200		
2.17.	Seturi de filtre trece-bandă de octavă şi 1/3 octavă pentru analizoare de vibraţii	2 900		
2.18.	Integratoare pentru măsurarea vibraţiilor mecanice	850		
2.19.	Înregistratoare de vibraţii	5 500		
2.20.	Aparate pentru măsurarea şi supravegherea vibraţiei cu un singur modul de supraveghere	3 200		
	— pentru fiecare modul de supraveghere suplimentar	1 800		
3.	**Mijloace pentru măsurat MĂRIMI MECANICE**			
	FORŢĂ			
3.1.	Celule de sarcină clasă 0,2 ... 3 (pentru fiecare sens de solicitare) cu forţă maximă			
3.1.1.	până la 1 kN inclusiv	3 540		
3.1.2.	între 1 kN şi 100 kN inclusiv	4 160		

0	1	2	3	4
3.1.3.	între 0,1 MN și 1 MN inclusiv	7 020		
3.1.4.	între 1 MN și 3 MN inclusiv	8 680		
	NOTĂ — În cazul etalonării cu certificarea valorilor și erorilor conform STAS sau ASTM se aplică tarif majorat cu coeficientul 1,5.			
3.2.	Mașini pentru încercarea statică la tracțiune a textilelor, pielii, cauciucului, maselor plastice etc.			
3.2.1.	până la 500 N inclusiv și un singur interval de măsurare	1 870		
	— pentru fiecare interval suplimentar	1 660		
3.2.2.	peste 500 N și u singur interval de măsurare	2 290		
	— pentru fiecare interval suplimentar	1 870		
3.3.	Mașini pentru încercarea la tracțiune, compresie sau forfecare a nisipurilor, pământurilor etc. și un singur interval de măsurare	2 290		
	— pentru fiecare interval suplimentar	1 870		
3.4.	Mașini pentru încercarea arcurilor, a inelelor de piston etc. în regim static :			
3.4.1.	pînă la 100 N inclusiv, pentru un sens de solicitare și un interval de măsurare	1 560		
	— pentru al doilea sens de solicitare	1 360		
	— pentru fiecare interval suplimentar	1 360		
3.4.2.	între 100 N și 100 kN inclusiv pentru un sens de solicitare și un interval de măsurare	2 860		
	— pentru al doilea sens de solicitare	2 080		
	— pentru fiecare interval suplimentar	2 080		
3.4.3.	peste 100 kN pentru un sens de solicitare și un interval de măsurare	3 900		
	— pentru al doilea sens de solicitare	3 330		
	— pentru fiecare interval suplimentar	3 330		
3.5.	Mașini pentru încercarea la fluaj sau relaxare, pentru un post de lucru și un singur interval de măsurare	4 160		
	— pentru fiecare post de lucru suplimentar	4 160		
	— pentru fiecare interval de măsurare suplimentar	3 740		
3.6.	Mașini pentru încercări la oboseală prin solicitări axiale (pentru o amplificare și o frecvență)	9 980		
3.7.	Mașini pentru încercări la oboseală prin încovoiere rotativă (cu un post)			
	— reproducerea momentului cu greutăți	1 870		
	— verificarea momentului cu epruvetă etalon, pentru o scară de măsurare	6 240		
	NOTĂ — În cazul etalonării cu certificarea valorilor și erorilor conform ASTM sau STAS se aplică tarif majorat cu 1,5.			
	MOMENTUL FORȚEI, MOMENTUL CUPLULUI DE FORȚĂ			
3.8.	Aparat de verificat chei dinamometrice, pentru o scară de măsurare	3 120		
	— pentru fiecare scară suplimentară	2 500		
3.9.	Mașini pentru încercarea firelor textile la răsucire (torsiometre)	1 040		
3.10.	Mașini pentru încercarea statică la răsucire a metalelor :			
3.10.1.	fără măsurarea momentului de răsucire	1 040		
3.10.2.	cu măsurarea momentului de răsucire pentru un sens de solicitare și un interval de măsurare	6 240		
	— pentru al doilea sens de solicitare	5 000		
	— pentru fiecare interval de măsurare suplimentar	5 000		

0	1	2	3	4
3.11.	Instalaţii pentru măsurarea cuplului motor		3 740	
3.11.1.	pentru un singur interval de măsurare, verificat în regim static		3 740	
	— pentru fiecare interval de măsurare suplimentar		3 120	
3.11.2.	pentru un singur interval de măsurare, verificat în regim dinamic		10 400	
	— pentru fiecare interval de măsurare suplimentar		8 320	
	NOTĂ — În cazul etalonării cu certificarea valorilor şi erorilor conform STAS şi ASTM, se aplică tarif majorat cu coeficientul 1,5.			
	PRESIUNE			
3.12.	Manometre, vacuummetre, manovacuummetre sau manometre diferenţiale cu lichid, pentru presiuni relative :			
3.12.1.	cu tub U, cu eroare maximă $\pm(2 \ldots 3)$ mm coloană de lichid manometric, utilizat cu scară gradată în mm sau unităţi de presiune		1 800	4 000
3.12.2.	cu rezervor şi tub înclinat cu un interval de măsurare, clasă 0,5 ... 2,5		1 230	2 410
	— pentru fiecare interval de măsurare suplimentar		640	1 525
	— pentru prepararea şi măsurarea lichidului manometric		1 500	1 500
3.12.3.	cu balanţă inelară, cu clopot sau plutitor		10 130	17 800
3.13.	Manometre, vacuummetre, manovacuummetre sau manometre diferenţiale cu element elastic, pentru presiuni relative, clasă 1. . . . 4		250	600
	NOTĂ — la presiuni mai mari de 40 MPa, pentru fiecare interval de suprapresiune de 100 MPa, se percepe 25% din tariful de verificare, respectiv etalonare			
3.14.	Vacuummetre de presiune absolută :			
3.14.1.	termoelectrice cu eroare de 10% şi mai puţin precise, cu o joj㠁, un interval de măsurare			
3.14.1.1.	$(10^{-1} \ldots 10^{2})$ Pa		10 030	19 900
	— pentru fiecare joj㠁 în plus		6 200	12 720
	— pentru dispozitiv de semnalizare electrică		1 770	
	— pentru semnalul de ieşire electric		3 840	7 950
3.14.1.2.	$(10^{-1} \ldots 10^{5})$ Pa		14 160	28 630
	— pentru fiecare joj㠁 în plus		6 200	12 730
	— pentru dispozitiv de semnalizare luminoasă		2 830	
	— pentru semnalul de ieşire electric		7 670	15 900
3.14.2.	cu ionizare, cu limita minimă de măsurare $\geqslant 10^{-4}$ Pa, cu o joj㠁 şi un filament (la cele cu catod cald), cu eroare de 20% şi mai puţin precise		16 700	19 500
	— pentru fiecare joj㠁 sau filament suplimentar		5 200	7 400
	— pentru dispozitiv de semnalizare electrică		1 770	
	— pentru semnalul de ieşire electric		6 200	7 950
3.14.3.	cu lichid, cu tub U		7 380	15 500
3.14.4.	cu element elastic clasă 0,1 ... 0,6		9 150	19 900
3.14.5.	cu element elastic, cu eroare de 1% şi mai puţin precise		7 970	15 900
3.15.	Barometre aneroide cu eroarea de $\pm 0{,}5$ kPa şi mai puţin precise		3 200	5 170
3.16.	Aparate cu traductoare pentru măsurarea presiunii absolute sau relative, cu afişare analogică sau digitală, cu incertitudinea de etalonare de 0,015% . . . 0,1% din limita superioară a intervalului de măsurare		31 800	38 970

0	1	2	3	4
3.17.	Dispozitive auxiliare la aparatele de măsurat presiunea (altele decît cele menţionate mai sus)			
3.17.1.	de semnalizare simplă		2 070	
3.17.2.	de semnalizare dublă		3 250	
3.17.3.	de înregistrare		3 840	
	VÂSCOZITATE DINAMICĂ			
3.18.	Vâscozimetre cu corp căzător cu o bilă	676	1 275	
	— pentru fiecare bilă suplimentară	600	1 200	
3.19.	Rheovâscozimetru cu un corp de măsurare	4 200	4 800	
	— pentru fiecare corp de măsurare suplimentar	2 080	2 500	
3.20.	Vâscozimetru cu un corp rotitor	1 250		
	— pentru fiecare corp rotitor suplimentar	600		
	VÂSCOZITATE CONVENŢIONALĂ			
3.21.	Vâscozimetru Engler	1 800		
3.22.	Cupe vâscozimetrice	1 400		
	DEBIT DE MASĂ, DEBIT DE VOLUM			
3.23.	Rotametre pentru gaze (verificate cu aer) :			
3.2.3.1.	cu debit maxim de 1 m^3 pe oră inclusiv	900	2 080	
3.2.3.2.	cu debit maxim mai mare de 1 m^3 pe oră pînă la 10 m^3 pe oră inclusiv	1 040	2 080	
3.23.3.	cu debit maxim peste 10 m^3 pe oră pînă la 20 m^3 pe oră inclusiv	1 560	2 080	
	FLUX DE SCĂPĂRI			
3.24.	Detectoare de neetanşeitate cu spectrometru de masă	41 350		
3.25.	Surse de flux de la 10^{-11} la 10^{-5} $Pa \cdot m^3 \cdot s^{-1}$:			
3.25.1.	cu incertitudinea (10 ... 20)%	12 720	38 170	
3.25.2.	cu incertitudinea 30 % şi mai puţin precise	11 130	33 400	
	ENERGIE (mecanică)			
3.26.	Aparate pentru încecări la încovoiere dinamică tip Dynstat pentru un interval de măsurare	1 196		
	— pentru fiecare interval de măsurare suplimentar	988		
	NOTĂ — În cazul verificării/etalonării cu certificarea valorilor conform ASTM şi STAS, se aplică tariful majorat cu coeficientul 1,8.			
	DURITATE			
3.27.	Aparate de încercare dinamico-plastică a metalelor (Baumann, Poldy), cu o scară de măsurare	208		
	— pentru fiecare scară de măsurare suplimentară	156		
	ALŢI PARAMETRI LA ÎNCERCĂRI DE MATERIALE			
3.28.	Aparate pentru încercare statică la ambutisare, metoda Erichsen :			
3.28.1.	fără măsurarea forţei de ambutisare	832		
3.28.2.	cu măsurarea forţei de ambutisare pe un interval de măsurare	1 560		
	— pentru fiecare interval de măsurare suplimentar	1 235		
3.29.	Aparate pentru încercarea la dubla îndoire a hârtiei, ce-			

0	1	2	3	4
	luloidului, cartonului etc.	1 040		
3.30.	Tensorezistoare (pentru fiecare bucată din lot)	3 120		
	NOTĂ — În cazul verificării/etalonării aparatelor de la pct. 3.28., 3.29 și 3.30 conform normelor ASTM sau STAS, se aplică tarif majorat cu coeficientul 1,5.			
4.	**Mijloace pentru măsurat MĂRIMI CARACTERISTICE ELECTROMAGNETISMULUI**			
4.1.	Galvanometre de curent continuu	3 490		
4.2.	Contoare de curent continuu	10 000		
4.3.	Cutii de rezistențe diferite, rezistențe adiționale, pentru fiecare rezistență	200	260	
4.4.	Șunturi simple și multiple pînă la 100A, clasă 0,1 și mai puțin precise, pentru fiecare valoare nominală	310		
4.5.	Punți Wheatstone, clasă 0,2 și mai puțin precise	950		
4.6.	Punți Thomson clasă 0,2 și mai puțin precise	1 200		
4.7.	Punți Wheatstone-Thomson clasă 0,2 și mai puțin precise	1 500		
4.8.	Punți pentru cabluri	4 140	5 180	
4.9.	Ohmmetru cu un interval de măsurare, pînă la 10^6 ohmi inclusiv	650		
	— pentru fiecare interval de măsurare suplimentar	300		
4.10.	Indicatoare de nul electronice de curent continuu	2 790		
4.11.	Ampermetre și voltmetre de curent continuu și curent alternativ la $f = 50$ Hz, clasă 1 ... 5, cu un interval de măsurare, verificate în c.a. sau c.c.	1 000		
	— pentru fiecare interval de măsurare suplimentar	270		
4.12.	Ampermetre și voltmetre înregistratoare de curent continuu și/sau alternativ, cu un interval de măsurare	1 200		
	— pentru fiecare interval de măsurare suplimentar	550		
4.13.	Ampermetre și ampervoltmetre clește cu un interval de măsurare	1 000		
	— pentru fiecare interval de măsurare suplimentar	150		
4.14.	Ampermetre și voltmetre de curent alternativ și frecvențe diferite de 50 Hz, clasă 1 și mai puțin precise	1 870		
	— pentru fiecare interval de măsurare suplimentar (tensiune, curent, frecvență)	500		
4.15.	Aparate electrice universale pentru măsurat tensiuni, curenți, rezistențe, capacitate, pentru un singur interval de măsurare	1 000		
	— pentru fiecare interval de măsurare suplimentar (tensiune, curent, rezistență, capacitate sau frecvență)	300		
4.16.	Aparate electronice de curent alternativ cu afișare numerică (digitale) pentru măsurat tensiuni și curenți de clasă 0,5 % și mai puțin precise, cu un interval de măsurare	1 200		
	— pentru fiecare interval de măsurare suplimentar (tensiune, curent și frecvență)	400		
4.17.	Wattmetre și varmetre monofazate pentru curent alternativ cu $f = 50$ Hz și cos $\varphi = 1$, clasă 1 și mai puțin precise, respectiv sin $\varphi = 1$, clasă 1 și mai puțin precise, cu un interval de măsurare	1 500		
	— pentru fiecare interval de măsurare suplimentar	300		
	— cu dispozitiv de înregistrare, pentru fiecare viteză	600		
4.18.	Wattmetre trifazate, clasă 1 și mai puțin precise, cu un interval de măsurare	1 500		

0	1	2	3	4
	— pentru fiecare interval de măsurare suplimentar	600		
	— cu dispozitiv de înregistrare, pentru fiecare viteză	600		
4.19.	Varmetre trifazate clasa 1 și mai puțin precise, cu un interval de măsurare	1 500		
	— pentru fiecare interval de măsurare suplimentar	300		
	— cu dispozitiv de înregistrare pentru fiecare viteză	600		
4.20.	Convertoare electronice de putere activă (wattmetre electronice monofazate până la 10 kHz), clasă 0,5 și mai puțin precise, cu un interval de măsurare și o frecvență	3 000		
	— pentru fiecare interval de măsurare și frecvență suplimentare	500		
4.21.	Convertoare de tensiune și curent alternativ la $f = 50$ Hz, clasă 0,5 și mai puțin precise, cu un interval de măsurare	2 000		
	— pentru fiecare interval de măsurare suplimentar	300		
4.22.	Convertoare de factor de putere $f = 50$ Hz	1 000		
4.23.	Wattmetre și varmetre clește cu un interval de măsurare	1 500		
	— pentru fiecare interval de măsurare suplimentar	500		
4.24.	Truse wattmetrice :			
4.24.1.	clasă 0,5 și mai precise	29 500	35 000	
4.24.2.	clasă 1 și mai puțin precise	12 000		
4.25.	Fazmetre (cosfimetre) la $f = 50$ Hz, clasă 1 și mai puțin precise, cu un interval de măsurare	2 000		
	— pentru fiecare interval de măsurare suplimentar	500		
4.26.	Fazmetre (cosfimetre) la $f = 50$ Hz, clasă 1 și mai puțin precise	2 000		
4.27.	Instalații automate pentru verificarea și etalonarea prin comparație a transformatoarelor de măsură	6 292	9 152	
4.28.	Instalații pentru determinarea raportului de transformare și a grupei de conexiuni la transformatoarele de putere	10 000	11 000	
4.29.	Punți C și tgδ (Schering)			
4.29.1.	clasă 0,1 și mai puțin precise, pentru un interval de măsurare	7 530	8 800	
	— pentru fiecare interval de măsurare suplimentar	1 130	1 260	
4.29.2.	clasă 0,2 și 0,5, pentru un interval de măsurare	6 300	7 510	
	— pentru fiecare interval de măsurare suplimentar	670	820	
4.29.3.	clasă 1 și mai puțin precise, pentru un interval de măsurare	5 840		
	— pentru fiecare interval de măsurare suplimentar	560		
4.30.	Selsine etalon și simulatoare de selsine și resolvere etalon, pentru fiecare reper cifrat (poziție pe decadă)	440	510	
4.31.	Reactometre neurovegetative	5 880	7 060	
4.32.	Instalații pentru măsurarea permitivității dielectrice	17 350	18 800	
4.33.	Tensometre electronice tip compensator, pentru fiecare interval de măsurare	13 000	14 440	
4.34.	Tensometre electronice, pentru un interval de măsurare	4 340	5 420	
	— pentru fiecare interval de măsurare suplimentar	360	440	
4.35.	Microvoltmetre și indicatoare de nul de audiofrecvență, selective, cu o frecvență	3 970		
	— pentru fiecare interval de frecvență suplimentar	720		
	— pentru fiecare frecvență suplimentară	430		
4.36.	Voltmetre sensibile la fază	13 400		
4.37.	Aparate pentru verificarea rapoartelor de transformare și a grupei de conexiuni la transformatoarele de forță	16 70	108 870	

0	1	2	3	4
4.38.	Aparate electronice analogice pentru măsurarea tensiunii, curenţilor şi rezistenţelor, pentru un interval de măsurare	781		
	— pentru fiecare interval de măsurare suplimentar	234		
4.39.	Catometre	4 686		
4.40.	Tranzistometre de joasă frecvenţă, pentru un interval de măsurare	2 499		
	— pentru fiecare interval de măsurare suplimentar	156		
4.41.	Tranzistometre pentru măsurarea parametrilor de înaltă frecvenţă şi/sau pentru vizualizarea caracteristicilor	6 599		
4.42.	Distorsiometre	5 701		
4.43.	Modulometre :			
4.43.1.	MA până la 300 MHz, pentru 1 interval de măsurare	4 920		
	— pentru fiecare interval de măsurare suplimentar	1 015		
4.43.2.	MA până la 1000 MHz, pentru un interval de măsurare	5 662		
	— pentru fiecare interval de măsurare suplimentar	1 015		
4.43.3.	MA + MF până la 300 MHz, pentru un interval de măsurare	7 146		
	— pentru fiecare interval de măsurare suplimentar	1 172		
4.43.4.	MA + MF până la 1000 MHz, pentru un interval de măsurare	8 669		
	— pentru fiecare interval de măsurare suplimentar	1 640		
4.44.	Osciloscoape şi oscilografe de măsurare :			
4.44.1.	— până la 10 MHz	6 482		
4.44.2.	— până la 100 MHz	12 750		
4.44.3.	— peste 100 MHz	20 697		
	NOTĂ — Pentru osciloscoapele cu memorie se percepe în plus 25%.			
4.45.	Analizoare de spectru :			
4.45.1.	— până la 10 MHz	11 168		
4.45.2.	— până la 300 MHz	15 854		
4.45.3.	— până la 1000 MHz	19 759		
4.45.4.	— peste 1000 MHz	24 992		
4.46.	Punţi de impedanţă pentru frecvenţe înalte	6 248		
	NOTĂ — La aparatele de la pct. 4.34 ... 4.46 prevăzute cu interfeţe de comunicare cu calculatorul, se percepe un plus de 25% din tariful de verificare/etalonare la sortimentul respectiv.			
4.47.	Q-metre :			
4.47.1	— până la 300 MHz	11 168		
4.47.2.	— până la 1000 MHz	15 620		
4.48.	Bobine de inductanţă pentru Q-metre	1 015	1 796	
4.49.	Rezistenţe de sarcină, coaxiale	3 124	4 689	
4.50.	Instalaţii Epstein	7 720		
4.51.	Cadru Epstein	4 630		
4.52.	Permeametre şi coercimetre cu instrumente de măsurare magneto-electrice	8 730		
4.53.	Permeametre-instalaţii tip histerezisgraf pentru materiale magnetic moi şi magnetic dure	29 310	19 136	
4.54.	Ferotestere	4 190		
5.	**Mijloace pentru măsurat MĂRIMI TERMICE**			
	TEMPERATRĂ			
5.1.	Termometre din sticlă :			
5.1.1.	tehnice (cu valoarea diviziunii $\geq 0{,}5°C$)	1 080		

0	1	2	3	4
5.1.2.	de precizie (cu valoarea diviziunii $\leqslant 0{,}5$ °C)	1 850	11 500	
5.1.3.	calorimetrice		14 800	
5.1.4.	Beckmann		19 000	
5.1.5.	meteorologice	1 080		
5.1.6.	cu Hg, cu contacte electrice	1 950	14 800	
5.2.	Termometre manometrice și metalice		2 800	
5.3.	Termografe	2 000		
5.4.	Termobarografe	4 000		
5.5.	Termobarohigrografe	6 000		
5.6.	Dispozitive de compensare a joncțiunilor de referință	3 200		
5.7.	Aparate electrice și electronice indicatoare de temperatură	4 500	16 000	
5.8.	Pirometre	5 080	17 000	
5.9.	Instalație pentru măsurarea temperaturii	4 900	18 000	
5.10.	Dispozitive auxiliare la mijloace de temperatură (semnalizare, reglare, înregistrare)	1 100		

NOTĂ: La tarifele de mai sus se adaugă :
— pentru fiecare interval de măsurare suplimentar cu care aparatele sunt prevăzute, 50% din taxa de etalonare sau verificare;
— pentru fiecare punct suplimentar cerut de beneficiar, 20 % din taxa de etalonare sau verificare;
— pentru fiecare traductor suplimentar (la ansambluri) se adaugă taxa de verificare sau etalonare corespunzătoare tipului de traductor.

PUTERE CALORICĂ MASICĂ

5.11.	Calorimetre pentru combustibili solizi și lichizi :			
5.11.1.	izotermice	24 500		
5.11.2.	adiabatice	20 500		
5.12.	Bombe calorimetrice :			
5.12.1.	tip *A* și tip *D*	14 300		
5.12.2.	tip *B* și tip *C*	6 800		

NOTĂ: Pentru verificarea bombelor calorimetrice tip *B* și tip *C* conform ASTM se percepe o taxă suplimentară de 20%.

5.13.	Instalații radiometrice pentru măsurări în flux, pe bandă, pentru cărbuni	22 100		

PUTERE CALORICĂ VOLUMICĂ

5.14.	Calorimetre pentru combustibili gazoși			
5.14.1.	cu circulație continuă de apă	28 400		

NOTE: 1. În costul operațiilor de verificare a calorimetrelor este inclus și tariful de calibrare a contoarelor de gaze umede ale calorimetrelor.
2. Pentru verificarea instalațiilor de calibrare a contoarelor de gaze umede, se percepe o taxă suplimentară de 20% din tariful de verificare pentru calorimetre.

5.14.2.	cu circulație continuă de aer	18 700		

NOTĂ — Pentru etalonarea sau calibrarea calorimetrelor, pozițiile 5.12 și 5.14., plata se va face pe bază de deviz.

CONDUCTIVITATE TERMICĂ

5.15.	Termoconductivimetre pentru măsurare prin metode staționare :			

0	1	2	3	4
5.15.1.	bazate pe metoda firului cald	23 300		
5.15.2.	bazate pe metoda plăcii	22 700		
5.15.3.	bazate pe metoda barei	26 700		

NOTE: 1. Pentru mijloacele de măsurare de la poziţiile 5.12., 5.14. şi 5.15. respinse din motive referitoare la condiţiile tehnice generale, se percepe 25% din tarifele de verificare;
2. Pentru verificarea termoconductivimetrelor de la punctul 5.16. care funcţionează la temperaturi joase, la tariful pentru operaţiile de verificare se vor adăuga cheltuielile necesare procurării agentului criogenic;
3. Pentru verificarea termoconductivimetrelor de la punctul 4.15., prevăzute cu echipament de calcul se va percepe o taxă suplimentară de 25 %.

6.	**Mijloace pentru măsurat MĂRIMI CARACTERISTICE RADIAŢIEI OPTICE**			
	MĂRIMI RADIOMETRICE LUNGIMI DE UNDĂ			
6.1.	Monocromatoare şi dublumonocromatoare	4 160		
6.2.	Spectroscoape :			
6.2.1.	de laborator	3 380		
6.2.2.	portabile	2 340		
	RADIANŢĂ			
6.3.	Radianţmetre (luminanţmetre energetice) :			
6.3.1.	spectrale (spectroradianţmetre) pentru un interval de măsurare	4 680	6 760	
6.3.2.	globale, pentru un interval de măsurare	2 600	5 200	
	EMITANŢĂ RADIANTĂ			
6.4.	Emitanţmetre energetice			
6.4.1.	spectrale, pentru un interval de măsurare	5 880	8 830	
6.4.2.	globale, pentru un interval de măsurare	2 940	5 880	
	MĂRIMI FOTOMETRICE INTENSITATE LUMINOASĂ			
6.5.	Goniofotometre pentru distribuţia spaţială a intensităţii luminoase	11 770		
	LUMINANŢĂ			
6.6.	Luminanţmetre, pentru un singur interval de măsurare, o temperatură de culoare şi un unghi de acceptanţă	1 470	3 900	
	ILUMINARE			
6.7.	Luxmetru, pentru un interval de măsurare şi pentru un filtru atenuator	804	1 072	
	EXPUNERE LUMINOASĂ			
6.8.	Exponometre	1 040		
	MĂRIMI COLORIMETRICE			
6.9.	Colorimetre tricromatice (ptr. componente şi/sau coordonate tricromatice)	1 040	5 980	

0	1	2	3	4
	MĂRIMI OPTICE DE MATERIAL **FACTOR DE REFLEXIE**			
6.10	Reflectometre optice, pentru o geometrie de măsurare	1 430	2 210	
	FACTOR DE TRANSMISIE			
6.11.	Transmitometre optice, pentru o geometrie de măsurare	1 300		
	GRAD DE ALB			
6.12.	Leucometre şi alte reflectometre pentru un grad de alb	1 430	2 210	
	DENSITATE OPTICĂ PRIN TRANSMISIE			
6.13	Microfotometre		4 940	
6.14	Sensitometre (lămpile etalon de intensitate luminoasă şi scările de densitate optică se etalonează separat)	1 000		
	FACTOR DE DIFUZIE			
6.15	Difuziometre, absorbţiometre cu difuzie	1 300		
	INDICE DE REFRACŢIE			
6.16.	Refractometre			
6.16.1	— de flux	4 800		
6.16.2	— de mînă	550		
	VERGENŢĂ			
6.17.	Lentile de ochelari :			
	— determinarea puterii frontale	250		
	— determinarea distanţei între centrele optice	250		
	— determinarea axei lentilelor cilindrice	85		
7.	**Mijloace de măsurat MĂRIMI ACUSTICE**			
	FRECVENŢĂ			
7.1.	Analizoare de frecvenţă de tip :			
7.1.1.	procentaj de bandă	10 800		
7.1.2.	heterodină	10 800		
	BANDA DE FRECVENŢĂ (OCTAVA)			
7.2.	Analizoare spectrale în 1/1 octavă şi 1/3 octavă	10 800		
7.3.	Seturi de filtre :			
7.3.1.	1/1 octavă	3 400		
7.3.2.	1/3 octavă	4 800		
7.3.3.	1/3 octavă cu afişare digitală	4 800		
	PRAG DE AUDIBILITATE			
7.4.	Audiometre tonale critice		5 100	
	NOTĂ : Pentru orice funcţie suplimentară a mijloacelor de măsurare faţă de cele prevăzute în NTM, se percepe un tarif majorat cu coeficientul 1,5.			
8.	**Mijloace de măsurat MĂRIMI CARACTERISTICE CHIMIEI FIZICE ŞI FIZICII MOLECULARE**			
	DENSITATE (lichide)			
8.1.	Urometre	1 470	4 120	
8.2.	Balanţe Mohr-Westphal	1 800		

0	1	2	3	4
8.3.	Densimetre industriale în flux continuu	4 800		
8.4.	Densimetre electronice cu un plutitor imersat	4 800		
	— pentru fiecare plutitor suplimentar	600		
	CONCENTRAȚIE			
8.5.	Salinometre	975		
8.6.	Cleimetre	442		
8.7.	Spectrofotometre cu absorbție atomică	7 650		
8.8.	Spectrometre automate cu emisie optică, cu emisie în plasmă, de fluorescență, de raze X	7 650		
8.9.	Analizoare de gaze în oțeluri	7 430		
	UMIDITATE			
8.10.	Psihrometre elctronice cu aspirație	2 500		
8.11.	Higrometre cu punct de rouă			
8.11.1.	cu suprafață răcită, cu comprimarea gazului	3 900		
8.11.2.	alte tipuri	2 500		
8.12.	Higrometre electrice staționare (de laborator, industriale)	1 900		
8.13.	Higrometre electrice pentru umiditate relativă	2 000		
	— pentru fiecare senzor de umiditate suplimentar	1 000		
8.14.	Higrometre mecanice (inclusiv psihrometre)	1 500		
8.15.	Umidimetre pentru lemn, textile, tutun	2 500		
	pX			
8.16.	Ionometre	13 420		
	— pentru fiecare electrod ion relativ, suplimentar	3 400		
8.17.	Oxigenometre	12 560		
	POTENȚIAL REDOX			
8.18.	Redoxmetre	5 400		
8.19.	Electrod redox (indicator)	1 800		
9.	**Mijloace de măsurat MĂRIMI CARACTERISTICE RADIAȚIILOR IONIZANTE**			
	ACTIVITATE (Bq)			
9.1.	Instalații de măsurare a activității cu un bloc de detecție, pentru un radionuclid		21 014	
9.2.	Instalație de măsurare a activității cu scintilatori lichizi și schimbare automată a probelor pentru un radionuclid		31 521	
9.3.	Surse radioactive etalon de emisie de neutroni (surse statice de neutroni) etalonate pentru prima dată (prima etalonare)		71 800	
9.4.	Contaminometru de radiații cu un singur bloc de detecție :			
9.4.1.	— pentru radiații X și gama		31 521	
9.4.2.	— pentru radiații beta		31 521	
9.4.3.	— pentru radiații alfa		31 521	
	ECHIVALENTUL DOZEI (Sv)			
9.5.	Dozimetru de radiații X și gama cu un singur bloc de detecție		21 014	
	EXPUNERE ($C \cdot kg^{-1}$)			
9.6.	Expozimetru cu un singur bloc de detecție (de lucru)		21 014	

0	1	2	3	4
	DEBITUL DOZEI ABSORBITE ŞI DEBIT DE KERMA ($Gy \cdot s^{-1}$)			
9.7.	Debitmetru de radiaţii X şi gama cu un singur bloc de detecţie (de lucru)		16 037	
9.8.	Debitmetru de radiaţii beta, cu un singur bloc de detecţie (de lucru)		21 014	
9.9.	Surse radioactive emiţătoare de radiaţii beta, etalonate în debit de Kerma la 30 cm.		18 249	
	DEBIT ECHIVALENT DE DOZĂ ($Sv \cdot s^{-1}$)			
9.10.	Debitmetru de radiaţii X şi gama cu un bloc de detecţie		16 037	
	DEBIT DE EXPUNERE ($A \cdot kg^{-1}$)			
9.11.	Debitmetru de expunere cu un singur bloc de detecţie (de lucru)		16 037	
	ENERGIA RADIAŢIILOR (eV)			
9.12.	Sisteme spectrometrice cu detectoare de rezoluţie joasă (monocanal)		23 779	
9.13.	Sisteme spectrometrice cu detectoare de înaltă rezoluţie (multicanale, prima etalonare)		31 520	
	MAI MULTE MĂRIMI			
9.14.	Avertizor de debit de expunere sau de debit de doză absorbită pentru radiaţii X, gama sau beta, cu un bloc de detecţie şi un prag prestabilit		2 750	
	— pentru avertizoarele cu prag reglabil, pentru fiecare prag etalonat		1 650	
9.15.	Avertizoare de doză absorbită (sau de expunere) pentru radiaţii X, gama sau beta, cu un bloc de detecţie şi un prag prestabilit		9 160	
	— pentru avertizoare cu prag reglabil, pentru fiecare prag etalonat		2 750	
10.	**Mijloace de măsurat MĂRIMI DIFERITE**			
10.1.	Adaptoare:			
10.1.1.	Adaptoare tensiune (rezistenţă) curent	2 100		
10.1.2.	Adaptoare pentru traductor de pH	2 100		
10.1.3.	Adaptoare pentru traductoare electromagnetice de debit	2 100		
10.1.4.	Adaptoare pentru traductor de conductivitate	2 100		
10.1.5.	Adaptoare pentru instalaţii de cântărire	2 100		
10.2.	Convertoare:			
10.2.1.	Convertoare tensiune-curent	1 800		
10.2.2.	Convertoare rezistenţă-curent	1 800		
10.3.	Elemente de substituire	1 800	2 400	
10.4.	Aparate indicatoare tip compensator cu autoechilibrare din instalaţii de automatizare			
	— dispozitiv de semnalizare sau transmitere la distanţă	350	450	
10.5.	Aparate înregistratoare tip compensator cu autoechilibrare din instalaţii de automatizare	2 700	3 600	
	— pentru fiecare interval suplimentar	700	1 000	
	— pentru un dispozitiv de semnalizare sau transmitere la distanţă			

0	1	2	3	4
10.6.	Elemente de calcul și auxiliare, electronice :			
10.6.1.	— de adunare-scădere	1 800		
10.6.2.	— de înmulțire-împărțire	1 800		
10.6.3.	— de rădăcină pătrată	1 800		
10.6.4.	— integrator	1 800		
10.6.5.	— compensator de presiune și temperatură	1 800		
10.6.6.	— de raport	1 800		
10.7.	Aparate indicatoare pneumatice din instalații de automatizare	2 100	2 700	
	— pentru un dispozitiv de semnalizare sau transmitere la distanță	350		
10.8.	Aparate înregistratoare pneumatice din instalații de automatizare	2 700	3 600	
	— pentru fiecare interval suplimentar	750	1 000	
	— pentru un dispozitiv de semnalizare sau transmitere la distanță	350		
10.9.	Elemente de calcul și auxiliare, pneumatice :			
10.9.1.	de calcul	1 800		
10.9.2.	integrator	1 800		
10.10.	Centrale de măsurare	15 000		
10.11.	Lanțuri de măsurare	9 000		
10.12.	Testoare auto, cu următoarele funcții :			
10.12.1.	măsurarea avansului	360		
10.12.2.	măsurarea turației, pentru un interval de măsurare	260		
	— pentru fiecare interval de măsurare suplimentar	160		
10.12.3.	măsurarea unghiului Dwell exprimat în %	260		
	— pentru fiecare interval de măsurare suplimentar exprimat în grade Dwell	160		
10.12.4.	măsurarea tensiunii electrice pentru un interval de măsurare	220		
	— pentru fiecare interval de măsurare suplimentar	130		
10.12.5.	măsurarea curentului electric pentru un interval de măsurare	220		
	— pentru fiecare interval de măsurare suplimentar	130		
10.12.6.	măsurarea rezistenței electrice, pentru un interval de măsurare	220		
	— pentru fiecare interval de măsurare suplimentar	130		
10.13.	Aparate pentru măsurat avansul și turația	2 000		

NOTĂ

1. Pentru operațiuni de asistență tehnică, odată cu verificarea sau etalonarea metrologică (reglaje suplimentare față de cele prevăzute în normele de metrologie, consultanță tehnică pentru punerea în funcțiune, utilizarea și întreținerea mijloacelor de măsurare) se încasează un tarif de 600 lei/oră efectiv prestată.

2. **Tarife pentru transportul dus-întors al utilajelor, etaloanelor și al personalului metrologic :**

Se percep ori de cîte ori verificarea sau etalonarea se execută la fața locului, necesitînd transport de utilaje, etaloane și personal metrologic. Tarifele percepute sînt următoarele :

a) în cazul efectuării transportului cu mijloace auto din dotarea unităților subordonate Biroului Român de Metrologie Legală :
— 100 lei/km la transport cu autolaborator DACIA

b) în cazul efectuării transportului cu mijloace de transport în comun (autobuz, tren) tariful va fi echivalent cu costul transportului practicat de societatea de transport respectivă.

ERATĂ LA LISTA OFICIALĂ — 1993
apărută în revista „Metrologia" nr. 1/1993

Nr. crt.	Poziţia din L.O.	În loc de	Se va citi
0	1	2	3
	CAP. I. Mijloace de măsurare etalon (*E*)		
1.	1.50. coloana 1 alineat 2	(3″)	(3^{cc})
2.	4.26.3. coloana 1 alineat 2	— pentru fiecare tensiune nominală, curent nominal sau schemă de conexiune	— pentru fiecare tensiune, curent nominal sau schemă de conexiune suplimentare
3.	4.37. coloana 2		1
4.	4.44. coloana 1 alineat 2	— pentru fiecare interval de măsurare	— pentru fiecare interval de măsurare suplimentar
5.	6.5. coloana 2		2
6.	8.1. coloana 1	0,0002 g.cm	0,0002 g·cm^{-3}
7.	8.3. coloana 1	0,2	0,2 %
8.	8.10. coloana 2	1	I (iniţial)
9.	9.3.2. coloana 2		I (iniţial)
10.	9.4., 9.5. coloana 2		1
	CAP. II. Mijloace de măsurare de lucru (*L*)		
11.	1.25., 1.42., 3.31.2., Notă, 3.33. alineat 3, 5.1. coloana 2	1	I (iniţial)
12.	3.12., 3.16., 3.20., 3.29. coloana 2		1

NORMA TEHNICĂ DE METROLOGIE NTM 4 — 16 — 90
VERIFICAREA METROLOGICĂ A APARATELOR ELECTRONICE CU AFIȘARE NUMERICĂ (DIGITALE) PENTRU MĂSURAT TENSIUNI, CURENȚI, REZISTENȚE, ÎN CURENT CONTINUU

1. Domeniu de aplicare

1.1 Prezenta normă tehnică de metrologie se referă la verificarea metrologică a aparatelor electronice cu afișare numerică (digitale) pentru măsurat tensiuni, curenți, rezistențe, în curent continuu.

2 Descriere

2.1 Aparatele electronice cu afișare numerică (digitale) pentru măsurat tensiuni, curenți, rezistențe etc. numite în continuare multimetre digitale, sunt aparate destinate măsurării mai multor mărimi: tensiune, curent, rezistență, raport de tensiune etc., bazate pe conversiunea analog-digitală a mărimii de măsurat. Rezultatul măsurării este afișat numeric cu ajutorul unor dispozitive luminoase sau înregistrat prin intermediul unui imprimator.

3 Condiții tehnice

3.1 *Condiții tehnice de construcție*

3.1.1 Carcasa, sistemul de afișare, bornele butoanele și comutatoarele multimetrelor digitale nu trebuie să prezinte deteriorări mecanice. De asemenea, ele trebuie să îndeplinească funcțiile cărora le sunt destinate conform documentației tehnice.

3.1.2 În interiorul multimetrelor digitale nu trebuie să existe corpuri străine sau nefixate.

3.1.3 Multimetrele digitale trebuie să fie însoțite de documentație tehnică (instrucțiuni de utilizare), precum și de cordoanele de alimentare și de măsurare prevăzute în documentația tehnică.

3.1.4 Inscripționările trebuie să fie în conformitate cu cele prevăzute în documentația tehnică a aparatului, să fie clare și astfel dispuse, încât să nu existe posibilitatea confuziilor la manevrarea acestuia. Inscripționările trebuie să cuprindă cel puțin: denumirea și tipul aparatului, seria și anul fabricației, tensiunea și frecvența nominală de alimentare, numele producătorului.

3.1.5 Rezistența de izolație, măsurată la o tensiune de 500 V $\pm$ 20%, la temperatura și umiditatea relativă de referință, între terminalele cordonului de alimentare de la rețea scurtcircuitate și borna de pământ, trebuie să fie de minimum 50 MΩ.

3.1.6 Izolația între terminalele scurtcircuitate ale cordonului de alimentare de la rețea și borna de pământ trebuie să suporte, timp de un minut, fără a fi străpunsă sau conturnată, o tensiune de încercare alternativă, practic sinusoidală, cu frecvența de 45...60 Hz, având valoarea de 1,5 kV.

3.2 *Condiții tehnice de funcționare*

3.2.1 Condițiile de referință și intervalele de referință în care se determină erorile de măsurare ale multimetrelor digitale sânt cuprinse în tabelul 1.

Tabelul 1

Mărimea de influență	Valoarea de referință	Abaterile admisibile față de valoarea de referință
Temperatura ambiantă	20°C, 23°C, 25°C sau 27°C; dacă documentația tehnică nu prevede altfel, 20°C	± 1°C* ± 2°C**
Presiunea atmosferică	101,3 kPa	— 2,3 kPa
Umiditatea relativă	60%	±15%
Tensiunea de alimentare	valoarea nominală	± 1%
Frecvența tensiunii de alimentare	valoarea nominală	± 1%
Coeficientul de distorsiune al tensiunii de alimentare	(tensiune sinusoidală)	5%
Câmpuri electrice și electromagnetice exterioare	practic trebuie să lipsească	—
Câmpuri magnetice exterioare (afară de cel terestru)	practic trebuie să lipsească	—

* La aparatele a căror putere absorbită de la rețea este $\leq$ 50 W.
** La aparatele a căror putere absorbită de la rețea este $>$ 50 W.

3.2.2 Eroarea de măsurare a multimetrelor digitale nu trebuie să depășească, în condiții de referință, eroarea de măsurare tolerantă, dată în documentația tehnică a aparatului.

3.2.3 Eroarea de măsurare tolerată (e_t) a multimetrelor digitale poate fi exprimată printr-un binom, în modul următor:

a) în procente

$$e_t = \pm \left(e_x + e_c \cdot \frac{V_c}{V_x} \right) \quad (1)$$

sau

$$e_t = \pm \left(e_x + 100 \cdot \frac{V_0}{V_x} \right) \quad (2)$$

b) în unități adimensionale (digiți), sau în unități de măsură ale măsurandului (unități de tensiune, curent, rezistență etc.), rezultată din relațiile (1) și (2) prin înmulțire cu $\frac{V_x}{100}$

$$e_t = \pm (e_x \cdot V_x + e_c \cdot V_c) \cdot \frac{1}{100} \quad (1')$$

sau

$$e_t = \pm \left(e_x \cdot \frac{V_x}{100} + V_0 \right) \quad (2')$$

în care:

e_x eroare raportată la indicația aparatului, exprimată în procente,

e_c eroare raportată la o valoare convențională, care poate fi limita superioară a intervalului de măsurare, exprimată în procente,

V_c valoare convențională, care poate fi limita superioară a intervalului de măsurare, exprimată în unități adimensionale (digiți), sau în unități de măsurare ale măsurandului,

V_x indicația aparatului la care se determină eroarea, exprimată în aceleași unități ca V_c

V_0 valoare de tensiune, curent, rezistență etc., exprimată în aceleași unități ca V_c.

3.2.4 Fluctuația zeroului nu trebuie să depășească valoarea rezoluției multimetrului digital.

3.2.5 Indicația multimetrului digital atunci când bornele de măsurare sunt scurtcircuitate (pentru cele care nu au posibilitatea reglării zeroului electric), nu trebuie să depășească valoarea reprezentată de termenul al doilea al binomului din (1') sau (2').

3.2.6 Valoarea curentului de intrare la măsurarea tensiunilor continue trebuie să fie mai mică sau egală cu cea indicată în documentația tehnică.

3.2.7 Valorile rezistențelor de intrare pe fiecare interval de măsurare a tensiunilor continue trebuie să fie mai mari sau cel mult egale cu cele indicate în documentația tehnică.

4 Metode de verificare

4.1 *Verificarea metrologică a multimetrelor digitale în curent continuu* constă în:

— verificarea stării generale;
— verificarea funcționării;
— determinarea erorii de măsurare;
— verificarea rezistenței de izolație;
— verificarea rigidității dielectrice;
— verificarea curentului de intrare;
— verificarea rezistenței de intrare.

4.2 *Verificarea stării generale*

Verificarea stării generale se face vizual. Multimetrele digitale supuse verificării se resping dacă se constată cel puțin una din următoarele defecțiuni:

— prezența unor deteriorări mecanice evidente, de exemplu lipsesc sau sunt rupte elemente de legătură sau manipulare (bornă, comutatoare, dispozitive de reglaj, claviatură, dispozitiv de citire etc.);

— prezența unor corpuri străine sau detașate în interiorul aparatului;

— cordoanele de alimentare sau de măsurare sunt defecte.

De asemenea, se verifică inscripționările conform pct. 3.1.4.

4.3 *Verificarea funcționării*

Verificarea funcționării se face cu scopul constatării unor anomalii sau defecte evidente.

Se pune multimetrul digital în funcțiune conform instrucțiunilor de utilizare.

Se aplică succesiv la intrarea multimetrului digital tensiuni continue pozitive și negative și se verifică corectitudinea afișării semnului.

Se aplică la intrarea multimetrului digital o tensiune continuă, care se reglează lent astfel încît aparatul să afișeze succesiv toate cifrele de la zero pînă la valoarea maximă în intervalul respectiv. Dacă una din cifre nu apare, sau se suprapun mai multe cifre, aparatul se respinge.

4.4 *Determinarea erorii de măsurare*

Determinarea erorilor de măsurare ale multimetrelor digitale se face în condițiile de referință de la pct. 3.2.1.

Înainte de verificare, multimetrele digitale trebuie să fie ținute cel puțin 4 ore în incinta laboratorului, pentru a prelua temperatura mediului ambiant.

Multimetrele digitale trebuie să fie pregătite în prealabil pentru verificare (încălzire, calibrate etc.) conform instrucțiunilor de utilizare.

Aparatele care funcționează cu cordoane speciale se verifică numai cu acestea.

Filtrul, dacă există, trebuie să fie introdus pentru fiecare interval de măsurare. Dacă filtrul este prevăzut cu mai multe poziții (afară de poziția „scos"), eroarea se determină în poziția în care constanta de timp a elementului de filtrare este mai mică. Pentru celelalte poziții ale comutatorului „filtru", eroarea

se determină numai într-un punct al intervalului de bază.

Borna „—" (borna *L* sau borna comună) a multimetrului digital trebuie să fie legată la borna „gardă", dacă aceasta există.

Pentru determinarea erorilor de măsurare se utilizează mijloace și metode de măsurare care îndeplinesc următoarele condiții :

— acoperă toate intervalele de măsurare ale multimetrului digital care se verifică ;

— asigură o eroare de cel mult 1/5 din eroarea de măsurare tolerantă a multimetrului digital care se verifică ; se admite folosirea unor mijloace de măsurare etalon care asigură o eroare chiar mai mare, și anume până la 2/5 din eroarea de măsurare tolerată a multimetrului digital care se verifică, dar în acest caz valorile indicate de aceste etaloane vor fi corectate, folosindu-se valorile din certificatele lor de etalonare ;

— asigură o rezoluție de 1/10 din rezoluția multimetrului digital care se verifică.

Mijloacele de măsurare etalon și utilajele folosite, precum și metodele de determinare a erorilor de măsurare sunt date în tabelul 2.

Tabelul 2

Funcția de măsurare a multimetrului digital care se verifică	Metoda de etalonare	Etaloane utilizate	Utilaje folosite
Măsurare tensiune continuă	Comparație directă	*a*) Voltmetru digital sau compensator de curent continuu cu divizor de tensiune *b*) Calibrator de tensiune continuă sau compensator de curent continuu utilizat pe funcția de calibrator	Sursă stabilizată reglabilă de tensiune continuă —
Măsurare curent continuu	Comparație directă	Calibrator de curent continuu	—
	Comparație indirectă	Voltmetru digital sau compensator de curent continuu asociate cu un rezistor de valoare unică	Sursă stabilizată reglabilă de curent continuu
Măsurare rezistență	Comparație directă	Rezistoare de valoare unică sau rezistor în decade	—

NOTE :

1. Sursa stabilizată reglabilă de tensiune sau curent continuu folosită ca utilaj trebuie să îndeplinească următoarele condiții :

— să permită un reglaj fin al tensiunii sau curentului (1/10 din rezoluția aparatului care se verifică);

— instabilitatea sa să nu depășească timp de minimum 3 minute 1/10 din eroarea tolerată a aparatului care se verifică.

2. La verificarea metrologică a multimetrelor de precizie, în special în cazul tensiunilor mici, este necesar să se acorde o atenție deosebită conectării acestora la calibratorul de tensiune etalon, astfel încât să fie reduse erorile datorate tensiunilor perturbatoare de mod comun. În acest caz, conectarea aparatului care se verifică, se face conform indicațiilor din documentația tehnică. În lipsa acestor indicații, conectarea se va face ca în figura 1 *a* și *b*.

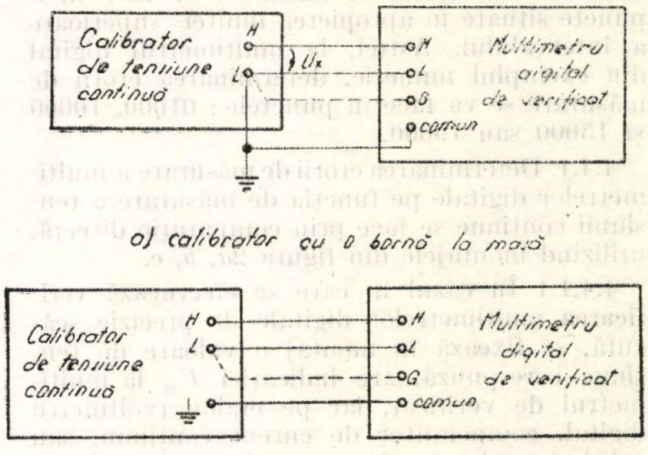


Fig. 1

Determinarea erorii de măsurare se face pe toate intervalele de măsurare.

Pe intervalul de bază, determinarea erorii de măsurare se face :

a) pe polaritatea „+".

— pe fiecare ordin de mărime zecimal, la 5 valori numerice uniform repartizate pe acesta ;

— în punctul limitei superioare a intervalului de măsurare sau în imediata sa vecinătate ;

— în 5 puncte situate în apropierea limitei superioare a intervalului de măsurare, la granița trecerii de la valoarea conținând cifrele 9 la valoarea conținând cifrele 0 (în exemplul care urmează, acestea sunt : 07999, 08000, 08999, 18999, 19000),

b) pe polaritatea „—", în 3 puncte : la începutul, mijlocul și sfârșitul intervalului de măsurare.

De regulă, intervalul de bază este intervalul, pe funcția de măsurare a tensiunii continue, pe care se face calibrarea, sau intervalul care

asigură precizia cea mai mare, sau intervalul cel mai mare pe care rezistența de intrare este de valoare relativ mare (de regulă minimum 7 GΩ).

Exemplu numeric: la un multimetru digital cu 4 1/2 digiți, pe intervalul de bază de 2 V (având ca limită superioară valoarea 19999) determinarea erorii de măsurare se va face în punctele:

	−00010			−10000
00001	00010	00100	01000	10000
00003	00030	00300	03000	
00005	00050	00500	05000	
00007	00070	00700	07000	
			07999	18999
			08000	19000
			08999	
00009	00090	00900	09000	19990
				−19990.

Pe celelalte intervale de măsurare a tensiunii, eroarea de măsurare se determină în 3 puncte situate în apropierea limitei superioare a intervalului, pe polaritatea „+". Astfel, la multimetrul digital din exemplul numeric, determinarea erorii de măsurare pe celelalte intervale se va face în punctele: 01000, 10000 și 19990.

Pe toate intervalele de măsurare a curentului continuu, eroarea de măsurare se determină de asemenea în 3 puncte, aceleași ca mai sus.

Pe toate intervalele de măsurare a rezistenței, determinarea erorii de măsurare se face în 3 puncte situate în apropierea limitei superioare a intervalului. Astfel, la multimetrul digital din exemplul numeric, determinarea erorii de măsurare se va face în punctele: 01000, 10000 și 15000 sau 19000.

4.4.1 Determinarea erorii de măsurare a multimetrelor digitale pe funcția de măsurare a tensiunii continue se face prin comparație directă, utilizînd montajele din figura 2*a*, *b*, *c*.

4.4.1.1 În cazul în care se efectuează **verificarea** multimetrelor digitale de precizie scăzută, se fixează în montaj o valoare de tensiune corespunzătoare indicației U_m la multimetrul de verificat, iar pe etalon (voltmetru digital, compensator de curent continuu, sau calirbator de tensiune continuă) se citește valoarea (convențională) adevărată U a tensiunii în punctul respectiv. Eroarea de măsurare este dată în acest caz de relația:

$$\Delta = U_m - U \qquad (3)$$

Eroarea de măsurare, determinată cu relația (3), nu trebuie să depășească valoarea erorii de măsurare tolerate, conform pct. 3.2.2.

4.4.1.2 În cazul în care se efectuează **etalonarea** multimetrelor digitale de precizie ridicată, se crește tensiunea în montaj până la apariția pe aparatul de verificat a valorii imediat inferioare indicației acestuia în punctul verificat și se notează tensiunea indicată de etalon cu U_1. Se determină apoi tensiunea U_2 indicată de etalon, corespunzătoare apariției valorii imediat superioare indicației aparatului în punctul verificat, prin descreșterea tensiunii în montaj.

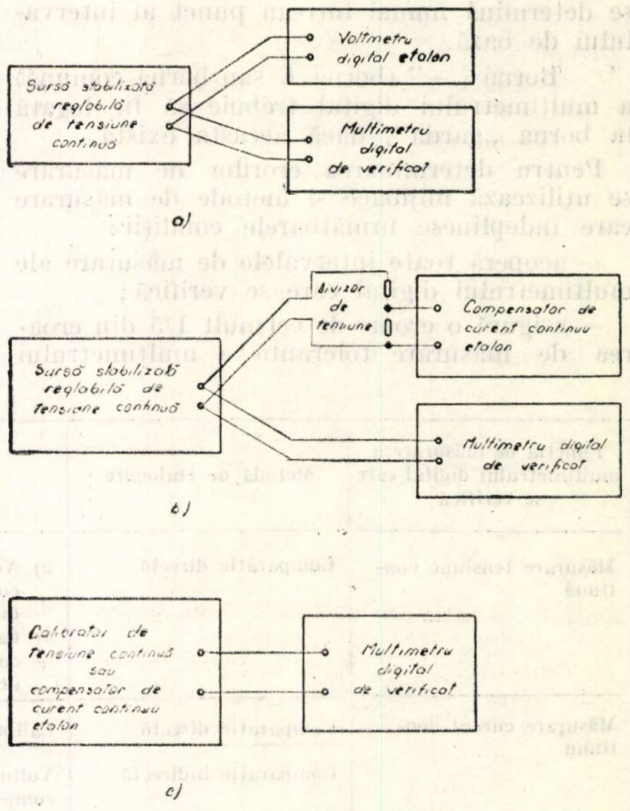


Fig. 2

Erorile de măsurare, determinate cu relațiile:

$$\Delta_1 = U_m - U_1 \text{ și } \Delta_2 = U_m - U_2 \qquad (4)$$

în care:

U_m indicația aparatului în punctul verificat, ce nu trebuie să depășească valoarea erorii de măsurare tolerate, conform pct. 3.2.2.

Eroarea de măsurare și valoarea (convențional) adevărată a tensiunii în punctul respectiv sunt date de relațiile:

$$\Delta = \frac{\Delta_1 + \Delta_2}{2} \text{ și } U = \frac{U_1 + U_2}{2} \qquad (5).$$

4.4.2 Determinarea erorii de măsurare a multimetrelor digitale pe funcția de măsurare a curentului continuu se face prin comparație directă sau indirectă, utilizând montajele din figura 3*a*, *b*.

În montajul din fig. 3.*b*, R este un rezistor de valoare unică (cu certificat de etalonare), care se alege astfel încât:

— la trecerea curentului care se măsoară (egal cu limita superioară a intervalului de măsurare al multimetrului), căderea de tensiune pe rezistor să fie mai mică sau cel mult

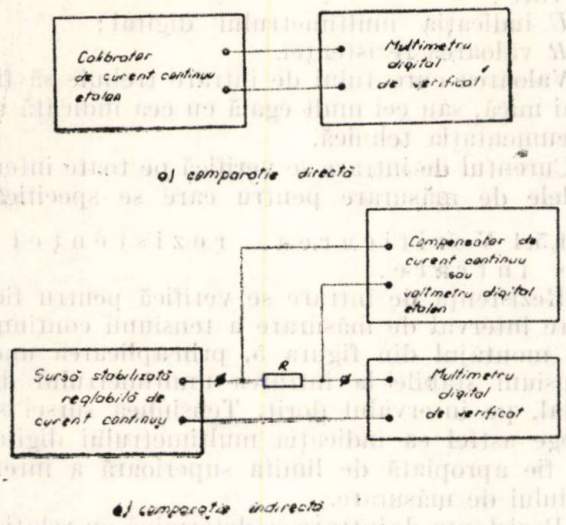


Fig. 3

egală cu limita de măsurare a compensatorului sau voltmetrului digital etalon;

— curentul care se măsoară să fie mai mic decât curentul maxim suportat de rezistorul de valoare unică, curentul maxim suportat de rezistor se determină din puterea maximă disipată, cu relația:

$$I_{max} = \sqrt{\frac{P_{max}}{R}} \qquad (6),$$

în care:

I_{max} valoarea curentului maxim al rezistorului;
P_{max} puterea maximă disipată de rezistor;
R valoarea rezistenței rezistorului.

NOTĂ. În cazul utilizării voltmetrului digital etalon în montajul din fig. 3 *b*, se va avea în vedere că apare o eroare suplimentară:

$$e(\%) = 100\,\frac{R}{R_v} \qquad (7).$$

în care:

R valoarea rezistorului de valoare unică,
R_v rezistența de intrare a voltmetrului digital.

Pentru diminuarea acestei erori suplimentare se impune folosirea voltmetrului digital pe intervalul de măsurare care are rezistența de intrare suficient de mare (de obicei intervalul cel mai mic).

4.4.2.1 În cazul în care se efectuează **verificarea** multimetrelor digitale de precizie scăzută, se stabilește în montaj o valoare de curent corespunzătoare indicației I_m la multimetrul digital de verificat, iar pe mijlocul de măsurare etalon se citește:

— valoarea (convențional) adevărată I a curentului în punctul respectiv, în cazul utilizării montajului din fig. 3 *a*;

— valoarea U a căderii de tensiune pe rezistorul R, în cazul utilizării montajului din fig. 3*b*; în acest caz, valoarea (convențional) adevărată a curentului în punctul respectiv, este dată de relația:

$$I = \frac{U}{R} \qquad (8),$$

în care:

R valoarea (convențional) adevărată a rezistorului de valoare unică.

Eroarea de măsurare a multimetrului digital este dată de relația

$$\Delta = I_m - I \qquad (9).$$

Eroarea de măsurare, determinată cu relația (9), nu trebuie să depășească valoarea erorii de măsurare tolerate, conform pct. 3.2.2.

4.4.2.2 În cazul în care se efectuează **etalonarea** multimetrelor digitale de precizie ridicată, se procedează astfel:

a) Dacă se utilizează montajul din fig. 3*a*, se crește curentul până la apariția pe aparatul de verificat a valorii imediat inferioare indicației acestuia în punctul verificat și se notează curentul indicat de etalon cu I_1. Se determină apoi curentul I_2 indicat de etalon, corespunzător apariției valorii imediat superoare indicației aparatului în punctul verificat, prin descreșterea curentului în montaj.

b) Dacă se utilizează montajul din fig. 3 *b*, se procedează la fel, dar în acest caz etalonul va indica valorile U_1 și U_2 ale căderilor de tensiune pe rezistorul R, corespunzătoare apariției pe aparatul de verificat a valorilor imediat inferioare, respectiv superioare indicației acestuia în punctul verificat. În acest caz, valorile curenților I_1 și I_2 sunt date de relațiile:

$$I_1 = \frac{U_1}{R} \text{ și } I_2 = \frac{U_2}{R} \qquad (10)$$

În ambele cazuri (*a* și *b*), erorile de măsurare se determină cu relațiile:

$$\Delta_1 = I_m - I_1 \text{ și } \Delta_2 = I_m - I_2 \qquad (11)$$

în care:

I_m indicația aparatului în punctul verificat.

Erorile de măsurare, determinate astfel, nu trebuie să depășească valoarea erorii de măsurare tolerate, conform pct. 3.2.2.

Eroarea de măsurare și valoarea (convențional) adevărată a curentului în punctul respectiv sunt date de relațiile:

$$\Delta = \frac{\Delta_1 + \Delta_2}{2} \text{ și } I = \frac{I_1 + I_2}{2} \qquad (12)$$

4.4.3 Determinarea erorii de măsurare a multimetrelor digitale pe funcția de măsurare a rezistenței

Se conectează, la bornele de măsurare ale multimetrului digital care se verifică, un rezistor de valoare unică sau un rezistor în decade și se notează cu R_m valoarea indicată de acesta.

Eroarea de măsurare este dată de relația:

$$\Delta = R_m - R \qquad (13),$$

în care:

R valoarea (convențional) adevărată a rezistenței rezistorului de valoare unică sau rezistorului în decade.

Eroarea de măsurare determinată cu relaţia (13) nu trebuie să depăşească eroarea de măsurare tolerată, conform pct. 3.2.2.

4.5 Verificarea rezistenţei de izolaţie, a rigidităţii dielectrice, a curentului şi a rezistenţei de intrare se efectuează numai la multimetrele digitale nou construite sau reparate.

4.5.1 Verificarea rezistenţei de izolaţie

Rezistenţa de izolaţie se verifică cu un megohmmetru de 500 V şi trebuie să corespundă condiţiei tehnice 3.1.5.

4.5.2 Verificarea rigidităţii dielectrice.

Verificarea rigidităţii dielectrice se face conform standardului de ramură, sau altei documentaţii tehnice a aparatului.

Dacă documentaţia tehnică a aparatului nu prevede altfel, verificarea rigidităţii dielectrice se face cu ajutorul unei instalaţii de înaltă tensiune, reglabilă, având o putere de cel puţin 0,5 kW pentru fiecare 1 kV tensiune de încercare. Tensiunea de încercare trebuie să fie alternativă, sinusoidală, cu frecvenţa de 45...60 Hz.

Tensiunea se aplică progresiv, pornind de la zero, cu creştere uniformă de 100 V/s până la valoarea tensiunii de încercare; conform pct. 3.1.6, se menţine timp de 1 minut la această valoare, după care descreşterea se face de asemenea lent.

4.5.3 Verificarea curentului de intrare

Curentul de intrare se determină, pe funcţia de măsurare a tensiunii continue, cu montajul din figura 4, în care R este un rezistor ecranat cu valoarea de 1 MΩ sau 10 MΩ, iar C este un condensator cu valoarea de 0,1...1 μF, introdus în paralel pe R, pentru reducerea eventualelor tensiuni perturbatoare.

Se fixează comutatorul intervalelor de măsurare pe intervalul cel mai mic, iar comutatorul „filtru" (dacă există) pe cel mai bun filtru. Se scurtcircuitează bornele de intrare ale multimetrului cu ajutorul comutatorului K şi se reglează poziţia de zero.

Se deschide comutatorul K, conectându-se astfel rezistorul R la bornele de intrare ale multimerului digital.

Curentul de intrare este dat de relaţia :

$$I_0 = \frac{U}{R} \qquad (14),$$

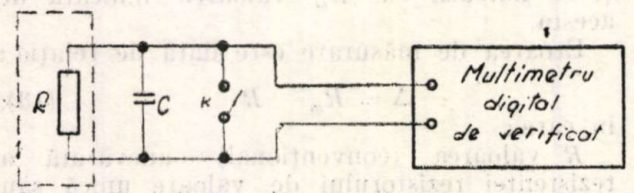


Fig. 4

în care :

U indicaţia multimetrului digital;

R valoarea rezistenţei.

Valoarea curentului de intrare trebuie să fie mai mică, sau cel mult egală cu cea indicată în documentaţia tehnică.

Curentul de intrare se verifică pe toate intervalele de măsurare pentru care se specifică.

4.5.4 Verificarea rezistenţei de intrare.

Rezistenţa de intrare se verifică pentru fiecare interval de măsurare a tensiunii continue cu montajul din figura 5, prin aplicarea unei tensiuni stabile la intrarea multimetrului digital, pe intervalul dorit. Tensiunea sursei se alege astfel ca indicaţia multimetrului digital să fie apropiată de limita superioară a intervalului de măsurare.

Rezistenţa de intrare se determină cu relaţia :

$$R_i = \frac{RU_2}{U_1 - U_2 + RI_0} \qquad (15)$$

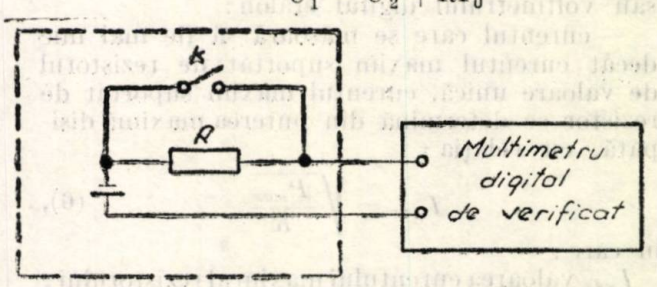


Fig. 5

în care :

U_1 şi U_2 indicaţiile multimetrului digital cu întrerupătorul K închis, respectiv deschis;

I_0 curentul de intrare.

Valorile rezistenţelor de intrare trebuie să fie mai mari sau cel puţin egale cu cele indicate în documentaţia tehnică.

5 Marcare

5.1 Multimetrele digitale, care corespund tuturor condiţiilor tehnice stabilite prin prezenta normă tehnică de metrologie, se declară admise la verificare şi se marchează cu marca metrologică de verificare, putând fi utilizate legal.

Multimetrele digitale cate nu corespund uneia sau mai multor condiţii tehnice din prezenta normă tehnică de metrologie se declară respinse, nu se marchează, utilizarea lor fiind interzisă.

5.2 Pentru fiecare multimetru digital supus verificării metrologice se va emite un buletin de verificare metrologică, care va conţine :

— decizia „admis" sau „respins",

— denumirea aparatului, tipul, seria, caracteristicile tehnice principale şi numele producătorului,

— condiţiile tehnice la care nu a corespuns, în cazul în care aparatul este respins la verificarea metrologică.

OMH INFORMÁCIÓS KÖNYVTÁR 1983 KÖZPONT MŰSZAKI ORSZÁGOS

INM INSTITUTUL NAȚIONAL DE METROLOGIE

Șos. Vitan-Bîrzești 11 ● București 75669 ● România Tel: (400) 6343520
Fax: (400) 6346585
Telex: 11871 inmb r

pH-metru DIGITAL
tip pH.D. 101

Este un aparat de laborator care, împreună cu o pereche de electrozi de măsurare și de referință, servește la măsurarea pH-ului soluțiilor apoase. Mărimea măsurată este afișată cu 4 cifre, cu indicarea virgulei și a unității de măsură.

DESCRIERE

Principiul de măsurare a pH-metrului constă în determinarea tensiunii electromotoare care apare între cei doi electrozi ai celulei de măsurare, imersați în soluția al cărui pH se măsoară.

Aparatul îndeplinește următoarele funcții:

1. Măsurarea pH-ului în intervalul 0,00 ... 14,00 pH
2. Măsurarea tensiunii în intervalul: — 1000 ... 1000 mV
3. Măsurarea temperaturii în intervalul: 0 ... 150°C

pH-metrul este compus dintr-un amplificator diferențial cu tranzistoare cu efect de câmp care formează un repetor, cu o bună liniaritate și stabilitate a amplificării, precum și o impedanță mare de intrare. Este echipat cu un potențiometru care servește pentru compensarea potențialului de aximetrie al electrozilor, iar alt potențiometru servește la modificarea sensibilității aparatului (panta electrodului) în funcție de sensibilitatea diverselor tipuri de electrozi conectați la intrare. De asemeni, există posibilitatea modificării sensibilității în funcție de temperatura de lucru.

CARACTERISTICI GENERALE

Intervalul de măsurare:	al pH-ului:	0,00 ... 14,00 pH
	al tensiunii:	—1000 ... 1000 mV
	al temperaturii:	0...150°C
Rezoluția:		pH: 0,01 pH
		mV: 1 mV
	temperatura:	0,1 °C
Eroarea de bază:		pH: ± 0,01pH ± 2 digit
		mV: 1 mV ± 2 digit
	temperatura:	± 0,5 °C ± 2 digit

Afișarea digitală cu 4 cifre cu indicarea virgulei zecimale.
Impedanța de intrare mai mare de 10^{12} ohmi
Intervalul de compensare a efectului de temperatură 0 ... 50°C.
Tensiunea de alimentare: 220 V ± 10%, iar frecvența 50 Hz ± 5%
Aparatul se livrează împreună cu:
— o pereche de electrozi de pH;
— un traductor de Pt 100, care este conectat cu un cablu special pe panoul aparatului.
La cererea beneficiarului, suplimentar, se poate adăuga o ieșire de semnal unificat sau interfață încorporată.

NOU!

pH-metru-TERMOMETRU DIGITAL PORTABIL — TRIM. III. 1993
CONDUCTOMETRU-TERMOMETRU DIGITAL PORTABIL — TRIM. IV. 1993

REȚINEȚI! : PENTRU TIPURILE DE CONDUCTOMETRE—TERMOMETRE ȘI pH-METRE — TERMOMETRE DIGITALE — DE LABORATOR SAU PORTABILE, ADRESAȚI-VĂ LA: INM TELEFON 6344030/196.

INM INSTITUTUL NAȚIONAL DE METROLOGIE

Şos. Vitan-Bîrzeşti 11 ● Bucureşti 75669 ● România Tel: (400) 343520
Fax: (400) 346585
Telex: 11871 inmb r

CONDUCTOMETRU DIGITAL
tip GD 1.05

Este un aparat de laborator care împreună cu o celulă de conductivitate serveşte la măsurarea conductivităţii electrolitice a soluţiilor apoase şi neapoase. Mărimea măsurată este afişată cu 4 cifre, cu indicarea virgulei, a unităţii de măsură şi cu semnalizarea depăşirii intervalului de măsurare.

1994 JUN 16

DESCRIERE

Aparatul îndeplineşte următoarele funcţii:
1. Măsurarea conductivităţii în intervalul 0 ... 500 mS/cm în 6 subintervale de măsurare.
2. Măsurarea temperaturii în intervalul 0 ... 60°C. Măsurarea conductivităţii se face în curent alternativ, la două frecvenţe de lucru selectate automat în funcţie de valoarea conductivităţii măsurate. Aparatul este dotat cu un etaj de corecţie automată a variaţiei conductivităţii cu temperatura care se realizează în intervalul 0 ... 100 °C pentru coeficientul de temperatură 0 ... 10%/grad C.

CARACTERISTICI GENERALE

Intervalul de măsurare a conductivităţii: 0 ... 500 mS/cm cu 6 subintervale:

5 ... 50 ... 500 μS/cm

5 ... 50 ... 500 mS/cm

Eroarea de bază: ±0,5%
Alegerea constantei celulei de măsurare 0 ... 10
Compensarea automată a efectului de temperatură în intervalul 0 ... 100°C
Coeficient de temperatură 0 ... 10%/°C
Posibilitatea măsurării temperaturii în intervalul 0 ... 60°C cu o eroare de 0,5°C.
Afişarea digitală cu 4 cifre şi indicarea virgulei zecimale
Tensiunea de alimentare: 220 V ± 10%, cu frecvenţa de 50 Hz ± 5%
Putere constantă: max. 25VA
Dimensiuni şi masă:
- lăţime: 315 mm
- înălţime: 160 mm
- adîncime: 305 mm
- masă: 2,5 kg

Aparatul se livrează împreună cu:
1) Celulă de măsurare a conductivităţii care este construită din sticlă cu electrozi din platină platinată. Constanta celulei este în jur de 1±0,5 iar dimensiunile celulei sunt:

$$L = 140 \pm 5 \text{ mm}$$

$$Ø = 15 \pm 2 \text{ mm}$$

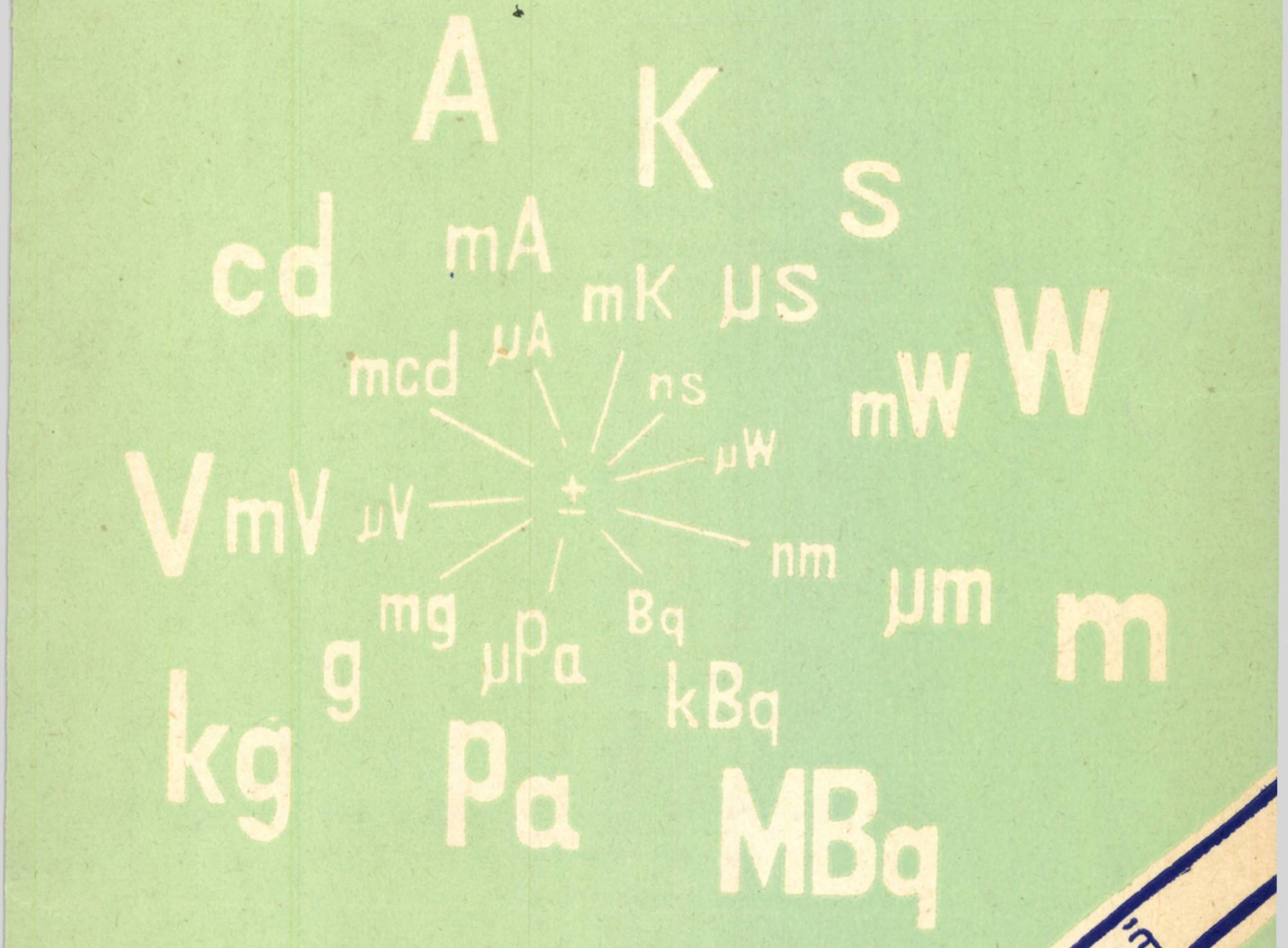
2) Traductorul de temperatură este Pt 100TTR 07.2.01 35.781. care este conectat cu un cablu special pe panoul spate al aparatului
La cererea beneficiarului, suplimentar,
- se pot construi variante destinate unor intervale restrînse de măsurare;
- se poate adăuga o ieşire în semnul unificat.

Lei 150

E 8225

INM Nr. 3/1993

metrologie



serie nouă

SUMMARY

PAUL DÂRVARIU : Legal Metrology and the Market Economy (II) 98

DRAGOŞ BOICIUC : The Use of Lasers in Length Metrology (II). Laser Radiation properties Used in Lenght Metrology 100

MIHAI ANTONIU, u.a. Conductometric Humidity Meters for the Textiles Industry 105

INFORMATION
OFFICIAL PART

* * * Measuring Instruments for the Public Domain for which Pattern Approval Was Granted During 1992 117

SOMMAIRE

PAUL DÂRVARIU : La métrologie légale et l'économie de marché (II) 98

DRAGOŞ BOICIUC : L'utilisation des lasers la métrologie des longueurs (II) 100

Proprietés de la radiation laser utilisées dans la métrologie des longueurs . . . . . .

MIHAI ANTONIU, e.a. Humidimètres conductomètriques pour l'industrie textile 105

INFORMATIONS
PARTIE OFFICIELLE

* * * Instruments de mesure pour le domaine publique qui ont obtenu approbation de modèle en 1992 117

REDACŢIA ŞI ADMINISTRAŢIA

INSTITUTUL NAŢIONAL DE METROLOGIE

Şos Vitan-Bîrzeşti nr. 11, tel. 6342060 şi 344030/191 ; Bucureşti ; 75669

ISSN 1220—546 X

Cererile pentru abonamente vor fi adresate redacţiei în contul 309800201 BCR, filiala sector 4.
Costul unui abonament anual este 600 lei.

★

Cititorii din străinătate pot contracta abonamente prin : ILEXIM — Departamentul export-import presă, Bucureşti, str. Decembrie nr. 3 P.O.B. 146—137 Telex 12226

★

Cererile pentru reclame în revistă vor fi înaintate redacţiei.

Lei 150

METROLOGIE

ORSZÁGOS MŰSZAKI KÖZPONT ÉS KÖNYVTÁR 1983

Publicație tehnico-științifică

editată de

INSTITUTUL NAȚIONAL DE METROLOGIE

SUMAR

PAUL DÂRVARIU : Metrologia legală și economia de piață (II) 98

DRAGOȘ BOICIUC : Laserul în metrologia lungimilor (II). Proprietățile radiației laser utilizate în metrologia lungimilor 100

MIHAI ANTONIU ș.a.: Umidimetre conductometrice pentru industria textilă. 105

INFORMAȚII

PARTEA OFICIALĂ

* * * Mijloace de măsurare din domeniile de interes public cărora li s-a acordat aprobare de model în anul 1992 117

***

Colectivul de redacție : fiz. Dragoș Boiciuc, Viorica Burciu *(secretar de redacție)*, ing. chim. Mirela Buzoianu, ing. Gabriel Iordăchescu, fiz. Gheorghe Ispășoiu, dr. ing. Aurel Millea *(redactor responsabil)*, ing. Ionel Urdea.

METROLOGIE, vol. XL (Serie nouă) nr. 3/1993 p. 97—128

Metrologia legală şi economia de piaţă (II)

PAUL DÂRVARIU*

CONTORIZAREA ENERGIEI TERMICE – O PROBLEMĂ ECONOMICĂ ŞI SOCIALĂ „FIERBINTE"

Abstract: *Following the introduction of the main principles of legal metrology within the market economy framework in the paper published in the previous issue, a detailed discussion of these principles is presented together with the author's opinion concerning the metering of thermal energy for public use. The main technical and metrological requirements for a modern thermal energy meter are also discussed.*

Résumé: *Suite à l'exposé des principes généraux de l'activité de métrologie légale dans les conditions spécifiques de l'économie de marché, qu'on a fait dans l'article du numéro précédent, on discute ici en détail ces principes. On présente quelques opinions de l'auteur sur le mesurage de l'énergie thermique livrée à la population. Les principales conditions techniques et métrologiques, qu'un compteur moderne d'énergie thermique doit accomplir, sont aussi présentées.*

Efectele spectaculoaselor mutaţii din viaţa economică şi socială românească s-au propagat şi în domeniul cu adevărat „fierbinte" al producţiei, distribuţiei şi consumului de energie. Se pare că mai mult decât în orice alt domeniu, absenţa sau incorectitudinea măsurării energiei pot avea cele mai neaşteptate efecte economice, sociale sau chiar politice.

Implicaţiile economice rezultă din sumele uriaşe cheltuite pentru achiziţionarea (de cele mai multe ori din import), a combustibililor sau pentru plata, de către consumatori, a facturilor energetice. Există ramuri industriale în care energia consumată se regăseşte cu o mare pondere în preţul de cost al produselor. Nu întâmplător neachitarea la timp a facturilor energetice este una din cauzele blocajului economic cu care se confruntă multe societăţi comerciale. Pentru populaţie, efectele economice şi sociale ale creşterii preţului energiei se propagă atât direct (prin majorarea lună de lună a facturilor şi cotelor de întreţinere) cât şi indirect, prin scumpirea bunurilor de consum. Dacă în ce priveşte contorizarea energiei electrice lucrurile stau în general bine, nu acelaşi lucru se poate spune despre contorizarea energiei termice. Primăriile, regiile de distribuţie, ziarele, primesc un număr important de reclamaţii privind modul uneori aberant în care se distribuie şi se facturează energia termică la populaţie. La rândul său, Biroul Român de Metrologie Legală este permanent consultat în legătură cu situaţia aprobărilor de model acordate. De multe ori ni se cere să recomandăm tipurile constructive cele mai potrivite pentru utilizarea în relaţiile dintre regiile de distribuţie şi consumatori. Deşi justificate, aceste solicitări nu pot primi răspunsul aşteptat, deoarece Biroul Român de Metrologie Legală, în virtutea statutului său de imparţialitate, nu are dreptul să facă publice opinii privind calitatea şi fiabilitatea mijloacelor de măsurare cărora li se acordă sau nu li se acordă aprobarea de model. Reamintim că aprobarea de model confirmă doar încadrarea în condiţiile tehnice impuse de reglementările metrologice naţionale şi internaţionale, conferind posesorului dreptul de a produce sau importa tipul de mijloc de măsurare respectiv şi de a prezenta fiecare exemplar la verificarea metrologică iniţială. Orice judecată de valoare cu privire la tipurile concrete de mijloace de măsurarea încercate, poate provoca avantaje sau prejudicii unor firme sau persoane, alterând relaţiile specifice economiei de piaţă.

Fiind vorba, însă, despre un domeniu în care instituţia noastră este obligată să-şi exercite funcţia de protecţie împotriva efectului nociv al măsurărilor incorecte sau false, câteva precizări privind contorizarea energiei termice distribuite populaţiei se impun:

1. Energia termică este o mărime fizică derivată care depinde în principal de cantitatea de fluid energetic vehiculată şi de diferenţa dintre temperaturile măsurate „la intrarea" şi „la ieşirea" schimbătorului de căldură. Pentru consumator „cantitatea de căldură" este, totuşi, o noţiune ambiguă, el fiind interesat numai de obţinerea unui confort termic ridicat, cu cheltuieli cât mai mici. În fapt, acelaşi MJ care încălzeşte un radiator de la 10°C la 15°C va fi „perceput" diferit de aceeaşi persoană dacă transferul energetic se va produce între 20°C şi 25°C. Şi totuşi se va plăti aceeaşi sumă în ambele situaţii.

Tocmai această percepţie „subiectivă" a „cantităţii de căldură" determină una din dificultăţile contorizării; dificultate care conduce la observaţia următoare:

* Biroul Român de Metrologie Legală, B-dul N. Bălcescu nr. 21, Bucureşti.

2. O contorizare a energiei termice, chiar foarte bine realizată, nu își va atinge scopul social dacă nu va fi însoțită de respectarea riguroasă a unui număr minim de condiții calitative privind livrarea. Debitul și temperatura minimă pe conducta de retur, presiunea fluidul etc. sunt numai câțiva parametri calitativi care nu trebuie să lipsească din contracte. Evident, este de dorit ca instalațiile să dispună și de mijloacele tehnice de înregistrare a acestor parametri;

3. Contorizarea nu „produce" energie termică ci doar instituie un regim de echitate într-un domeniu în care ar dicta, altfel, arbitrariul. În lipsa unor măsuri tehnice și organizatorice care să conducă la îmbunătățirea randamentelor în fazele de producție și distribuție, la reducerea pierderilor și la echilibrarea consumurilor, generalizarea contorizării ar realiza numai împărțirea egală a deficitului și nu optimizarea dorită a relației distribuitor-utilizator. Ideal ar fi dacă, prin contorizare, s-ar ajunge, în condițiile unui excedent de energie termică, la necesitatea reglării „prin reducere" a consumului;

4. Pe tot lanțul producător-distribuitor-consumator, prioritară trebuie să fie contorizarea la consumatorul direct. Numai o asemenea abordare ar determina distributorul să-și reducă pierderile pe rețea și producătorul să-și mărească randamentele; o ordine inversă a priorităților nu ar fi în favoarea consumatorului căci distribuitorul va rezista greu tentației de a-și acoperi pierderile prin preț, renunțând, cu justificările de rigoare, la o cheltuială neproductivă din punctul său de vedere.

5. Se știe că generalizarea contorizării energiei termice este o acțiune care presupune cheltuieli uriașe eșalonate pe cel puțin 4—5 ani. În aceste condiții, apar riscurile unei desfășurări haotice a acțiunii, cu consecințe economice și sociale imprevizibile. O abordare sistematică a contorizării (pe magistrale, cartiere, orașe etc.), astfel încât în orice moment să se poată face evaluări cantitative și comparații între costurile și nivelurile de confort termic în situații similare, ar fi soluția optimă.

6. Contorizarea energiei termice nu poate fi concepută fără o corelare cu celelalte contorizări: gaze, apă etc. În condițiile contorizării riguroase a energiei termice, soluția încălzirii cu sobe de gaz metan improvizate ar fi la îndemâna multor locatari de blocuri.

7. În paralel cu generalizarea contorizării la nivel de bloc, scară etc., se impune introducerea sistemului de repartizare a cheltuielilor de încălzire pe fiecare apartament, prin utilizarea unor repartitoare simple, aflate sub supravegherea asociațiilor de locatari. Acțiunea ar fi o adevărată lovitură dată mentalității consumului „la comun", generatoare de pagube și conflicte sociale.

8. O campanie publicitară care să informeze corect și decent consumatorii cu privire la avantajele contorizării ar fi necesară și benefică.

„Portretul robot" al unui contor modern de energie termică

Fără a descrie un anumit tip constructiv, vom prezenta în continuare câteva condiții tehnice și metrologice pe care trebuie să le îndeplinească un contor destinat utilizării în scopul decontării energiei termice livrate populației:

— stabilitate a caracteristicilor în timp și rezistență la componența fizică și chimică a agentului termic;

— construcție simplă și robustă, realizată cu materiale rezistente la coroziunea și uzura la care sunt supuse în condițiile de utilizare (trebuie avută în vedere posibilitatea instalării în subsoluri umede, neîncălzite și neventilate);

— soluție „flexibilă" care să permită interschimbabilitatea părților componente (traductor de debit, sonde de temperatură, calculator); pot fi considerate optime, realizările care permit utilizarea aceluiași calculator cu o gamă foarte largă de traductoare;

— supraveghere și întreținere operativă;

— verificare metrologică facială, (este preferabilă verificarea prin simulare a părților componente);

— intervale largi ale mărimilor de intrare (valorile minime reglementate sunt 1 : 10 pentru rapoartele debitelor și diferențelor de temperatură tur-retur și de 30°C pentru intervalul temperaturii agentului termic);

— valori mici ale diferenței de temperatură minime între tur și retur (valoarea minimă reglementată : 10°C);

— valoare optimă a raportului între preț și exactitate; precizăm că în cele mai multe dintre țările europene se utilizează contoare clasă 4 și 5 (conform OIML — RI 75);

— posibilități largi de afișare a mai multor valori (energie termică, volum, diferență de temperatură, debit, putere termică, temperaturi pe tur și retur etc.);

— posibilități de semnalizare automată a greșelilor;

— memorie nevolatilă pentru valorile măsurate și parametrii programați, chiar și în cazul defectării alimentării electrice;

— insensibilitate la posibilele intervenții frauduloase (sigilări, coduri confidențiale etc.);

— posibilități de transmitere la distanță a datelor curente și de prelucrare pe calculator a informațiilor.

În condițiile permanentei ascensiuni a nivelului tehnic mondial, apar mereu noi tipuri constructive, din ce în ce mai performante. Prin urmare, enumerarea de mai sus nu poate fi considerată exhaustivă.

Încercări metrologice

În vederea aprobării modelului, contoarele de energie termică se supun încercărilor în conformitate cu prevederile recomandării internaţionale OIML — RI 75. În cazul când traductorul de debit este un contor de apă caldă, acesta trebuie să aibă, la rândul său, aprobare de model. La fel se pune problema şi pentru calculatorul electronic echipat cu sonde de temperatură. Aprobarea de model pentru ansamblul contor de energie termică (apometru-calculator-sonde de temperatură) se referă la toate configuraţiile de echipare posibile (de exemplu un singur calculator cuplat cu mai multe tipodimensiuni de contoare de apă caldă).

BIBLIOGRAFIE

[1] Ordonanţa Guvernului României nr. 20/92, privind activitatea de metrologie.

[2] Hotărârea Guvernului nr. 481/92 privind organizarea şi funcţionarea Biroului Român de Metrologie Legală.

[3] International recommendation OIML R 75 — Heat meters.

[4] Norma tehnică de metrologie NTM 3—159—83, Verificarea metrologică a contoarelor de energie termică.

Laserul în metrologia lungimilor (II)
Proprietăţile radiaţiei laser utilizate în metrologia lungimilor

*DRAGOŞ BOICIUC**

Abstract: *The paper is part of a series of papers dealing with aspects of the use of lasers in length metrology. It depicts the properties of laser radiation used in length metrology.*

Résumé: *Cet article fait partie d'une serie d'articles concernant l'utilisation des lasers dans la métrologie des longueurs. L'article discute les proprietés de la radiation laser utilisées dans la métrologie des longueurs.*

Proprietăţile speciale ale radiaţiilor electromagnetice emise de lasere se datorează faptului că toţi fotonii produşi prin emisia indusă pleacă de la acelaşi foton iniţial şi aparţin aceluiaşi mod de unde staţionare, care, în conformitate cu teoria clasică a electromagnetismului, pot fi reproduse prin relaţia vectorială :

$$\vec{E} = \vec{E}_0 \cos \omega t \qquad (1)$$

unde :

$\omega = 2\pi\nu$ pulsaţia câmpului electric oscilant ;

$\vec{E}_0$ amplitudinea vectorială a câmpului electric.

* Institutul Naţional de Metrologie, Şoseaua Vitan Bîrzeşti nr.11, sector 4, Bucureşti.

În radiaţiile emise de sursele spectrale ordinare, din contră, nu există niciodată mai mult de un foton pe mod, adică fiecare foton de emisie spontană este descris de o undă diferită de a celorlalţi [1 ; 3].

Proprietăţile radiaţiilor electromagnetice emise de laseri decurg din faptul că radiaţia emisă este o radiaţie stimulată şi de aici rezultă şi proprietăţile specifice în ce priveşte coerenţa, monocromaticitatea, direcţionalitatea şi intensitatea radiaţiei.

În cazul rezonatorilor optici, distribuţia câmpului electromagnetic în lungul secţiunii transversale este definită, ca şi în cazul cavităţilor rezonante din microunde, de modurile transversale notate simbolic cu TEM_{1p}.

Cum într-o cavitate undele staţionare formate determină ca în lungimea L a cavităţii să existe un multiplu întreg q de semilungimi de undă definind astfel un mod de ordin q, modul longitudinal şi transversal caracteristic câmpului staţionar din cavitate se exprimă prin TEM_{1pq}.

Dintre toate modurile transversale, prezintă un interes deosebit modul pentru care :

$$1 = p = 0.$$

Acest mod se notează TEM_{00} şi este definit mod fundamental sau unifază. Distribuţia in-

tensității, în cazul modului fundamental, este de tip gaussian, ca putând fi exprimată prin relația :

$$I(r) = I_0 e^{-\frac{2r^2}{w^2}} \tag{2}$$

unde :

I_0 intensitatea la centrul modului (axa optică a laserului) ;

r distanța față de centru a unui punct din planul transversal ;

w valoarea lui r pentru care intensitatea I scade cu $\frac{1}{e}$ față de valoarea I_0 de la centru.

Una din proprietățile modului fundamental este inexistența schimbării de fază de-a lungul frontului său de undă (proprietate esențială în aplicațiile interferometrice și holografice) și divergența unghiulară minimă a fascicolului (proprietate importantă în propagarea la distanțe mari a fascicolului laser) [3].

1. Direcționalitatea

În cazul cavităților plan paralele cu oglinzi de apertură infinită (interferometrul *Fabry-Perrot* idealizat) undele staționare formate sunt unde plane care se propagă pe direcția impusă de axa cavității, într-un fascicol de rază constantă și infinită. Într-o astfel de reprezentare ideală, fascicolul de radiații cuplat în exteriorul cavității se prezintă ca un fascicol de unde plane și de divergență zero.

Pentru rezonatorii plan paraleli reali la care fronturile undei staționare nu se prezintă perfect plane, căpătând o curbură finită ce e determinată de pierderile prin difracție a oglinzilor rezonatorului și de abaterile acestora de la planitate, divergența fascicolului obținut este mică, dar diferită de zero.

În cazul unei structuri modale unifazate, când intensitatea radiației este distribuită conform relației (2) după un profil gaussian, raza fascicolului de radiație w și raza de curbură a frontului de undă R sunt determinate de relațiile :

$$W^2(z) = w_0^2 \left[1 + \left(\frac{\lambda z}{\pi w_0^2} \right)^2 \right] \tag{3}$$

$$R(z) = z \left[1 + \left(\frac{\pi w_0}{z} \right)^2 \right] \tag{4}$$

unde :

z coordonata curentă de-a lungul axei OZ definită în lungul axei cavității și cu originea în talia w_0 a fascicolului ;

w_0 talia fascicolului și reprezintă raza minimă a fascicolului ; frontul de undă ce caracterizează talia fascicolului este plan ;

λ lungimea de undă a radiației.

Astfel, într-o secțiune longitudinală a cavității, conturul, fascicolului de unde este definit conform relației (3) ca fiind un contur hiperbolic (fig. 1), iar unghiul sub care se împrăștie radiația electromagnetică se poate determina ca fiind unghiul format de asimptotele la conturul hiperbolic.

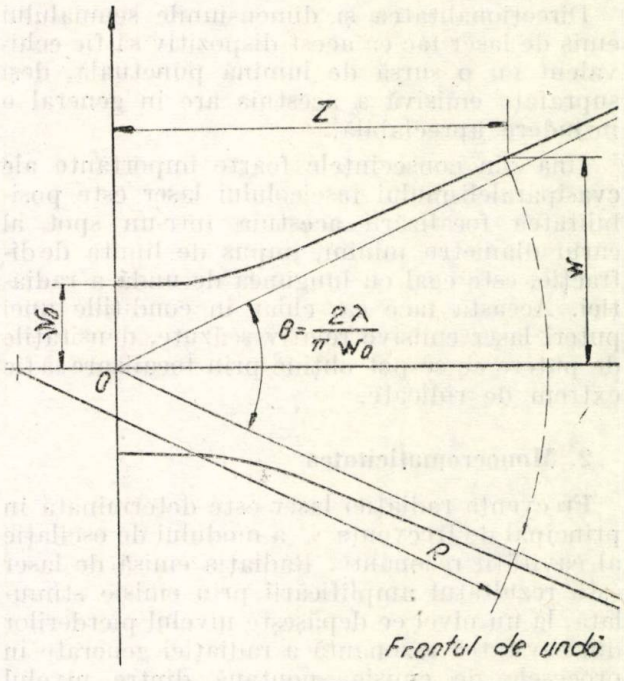


Fig. 1

Divergența θ în cazul unei emisii laser monomod fundamental determinată în cazul unei distribuții gaussiene de intensitate (relația 2) este dată de relația :

$$\theta = \frac{2\lambda}{\pi w_0} \tag{5}$$

În cazul particular al rezonatorului confocal cu oglinzi de rază de curbură egale, $R_1 = R_2 = L$, razele fascicolului laser w_1 și w_2 la cele două oglinzi și talia acestuia w_0 va fi dată de relațiile :

$$w_1^2 = w_2^2 = \frac{\lambda \cdot R}{\pi} \tag{6}$$

$$w_0 = \frac{\lambda \cdot R}{2\pi} \tag{7}$$

Aplicînd aceste relații la cazul unui laser He—Ne realizat cu un rezonator confocal cu

R=1 m, care emite radiația cu $\lambda = 0{,}6328\ \mu m$, se obține valoarea divergenței :

$$\theta = \frac{2 \cdot 0{,}6328 \cdot 10^{-6}}{3{,}14} = 1{,}27 \text{ mrad}$$

$$1 \text{ mrad} = 3'26''$$

Pentru laserele cu gaz unghiurile de divergență tipice sunt de ordinul 1 mrad.

Direcționalitatea și dimensiunile semnalului emis de laser fac ca acest dispozitiv să fie echivalent cu o sursă de lumină punctuală, deși suprafața emisivă a acestuia are în general o întindere apreciabilă.

Una din consecințele foarte importante ale cvasiparalelismului fascicolului laser este posibilitatea focalizării acestuia într-un spot al cărui diametru minim, impus de limita de difracție, este egal cu lungimea de undă a radiației. Aceasta face ca, chiar în condițiile unei puteri laser emisive relativ scăzute, densitățile de putere ce se pot obține prin focalizare să fie extrem de ridicate.

2. Monocromaticitatea

Frecvența radiației laser este determinată în principal de frecvența ν_c a modului de oscilație al cavității rezonante. Radiația emisă de laser este rezultatul amplificării prin emisie stimulată, la un nivel ce depășește nivelul pierderilor din cavitatea rezonantă a radiației generate în procesele de emisie spontană dintre nivelul laser superior și inferior.

Caracterul aleatoriu al acestor procese și împrăștierea energetică ΔE, definită de principiul incertitudinii în cunoașterea diferenței de energie dintre stările implicate va determina, prin urmare, ca radiația emisă de laser să nu fie o radiație perfect monocromatică (de lărgime spectrală zero), cum ar rezulta din condiția anulării pierderilor din cavitate, ci o radiație de lărgime spectrală finită $\Delta\nu_{laser}$, definită în principal de lărgimea de bandă a cavității rezonante $\Delta\nu_c$, diferența energetică între stări, puterea emisă de laser și durata timpului de observație în care se determină împrăștierea frecvenței emise [3].

Considerând că frecvența emisă de laser este determinată de un număr de ori, foarte mare pentru același timp de observare Δt, reprezentarea grafică a frecvenței măsurate ν în raport cu numărul de măsurări $N(\nu)$ în care această frecvență a fost obținută, ne va da curba de probabilitate a împrăștierii frecvenței emise de laser (fig. 2).

Din studiul rezonatoarelor de tip *Fabry-Perot*, modurile longitudinale ale rezonatorului sunt caracterizate printr-o lărgime de bandă $\Delta\nu_c$ determinată de inversul timpului de viață t_{foton} al fotonului în cavitate :

$$\Delta\nu_c = \frac{1}{t_{foton}} = \frac{(1 - R_1R_2)c}{L} \tag{8}$$

în care R_1 și R_2 reprezintă reflectivitățile celor două oglinzi laser.

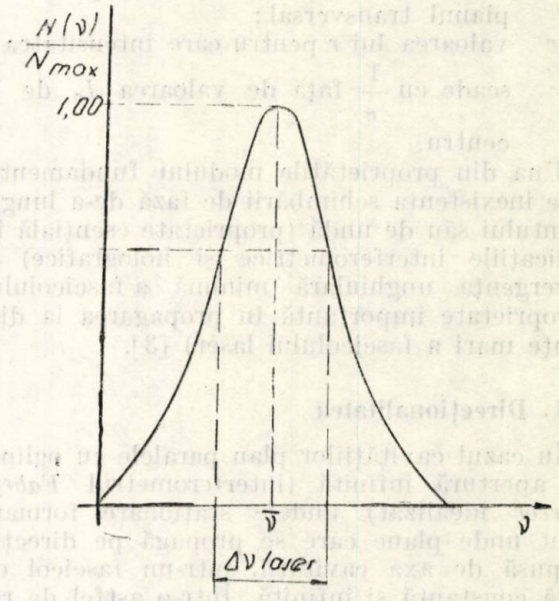


Fig. 2

În raport cu lărgimea de bandă a cavității rezonatorului $\Delta\nu$, valoarea cea mai redusă a lărgimii spectrale a radiației laser va fi ;

$$\Delta\nu_{laser} = \Delta\nu_c \sqrt{\frac{h \cdot \nu}{2P_{ies}\Delta t}} \tag{9}$$

unde P_{ies} reprezintă puterea emisă de laser, iar Δt durata timpului de observație.

Considerând un laser He-Ne, al cărui rezonator are o lungime de 0,1 m, iar oglinzile prezintă o reflectivitate $R_1R_2 = 0{,}99$, se va obține :

$$\Delta\nu_c = \frac{(1 - 0{,}99) \cdot 3 \cdot 10^8}{0{,}1} = 3 \cdot 10^7 \text{ Hz} =$$

$$= 30 \text{ MHz}.$$

$$\Delta\nu_{laser} = 3 \cdot 10^7 \sqrt{\frac{6{,}02 \cdot 10^{-34} \cdot 4{,}75 \cdot 10^{14}}{2 \cdot 10^{-3} \cdot 1}} =$$

$$= 3{,}5 \cdot 10^{-2} \text{ Hz}$$

unde puterea emisă s-a considerat 1 mW, iar timpul de observație de o secundă.

Valoarea astfel obținută ne dă puritatea spectrală limită a radiației dispozitivelor laser, care prin comparare cu rezultatele obținute

experimental ne va permite să apreciem cât de departe sau de aproape se situează laserul real de modelul laserului ideal ce a stat la baza considerațiilor teoretice.

În realitate, valorile experimentale ce se obțin pentru lărgimea de bandă laser se situează cu mult peste această valoare, fiind cuprinse între câțiva kHz și GHz, în funcție de condițiile constructive ale dispozitivelor laser.

Abaterea mare a lărgimii de bandă față de valoarea teoretică conduce la concluzia că în laserele reale există, pe lângă aspectele menționate anterior, și alte aspecte care determină o împrăștiere mult mai pronunțată a frecvenței emise de lasere.

Unul dintre aspectele cele mai importante care determină lărgimea de bandă a radiației laser este cel legat de stabilitatea în timp a frecvenței de oscilație a acvității rezonante.

În realitate, datorită modificării aleatorii a lungimii cavității rezonante sub acțiunea diferiților factori perturbatori (temperatura, presiunea, vibrații mecanice și acustice, variația indicilor de refracție), frecvența centrală a radiației emise se modifică, afectând puritatea spectrală și deci lărgimea spectrală a radiației $\Delta\nu_{laser}$.

3. Intensitatea

Intensitatea radiației laser reprezintă puterea eliberată prin emisie stimulată, mediată în timp, ce este transportată de radiația laser prin unitatea de suprafață.

În procesul de emisie stimulată, sincronizarea ce există între momentele de producere a fotonilor prin tranziția atomilor sau moleculelor de pe starea energetică superioară pe starea energetică inferioară, determină ca fiecare nou foton emis să fie în fază cu ceilalți, amplitudinea fascicolului de radiație crescând la valori maxime.

Intensitatea luminoasă foarte mare ce se obține cu ajutorul laserelor este o consecință atât a directivității cât și a monocromaticității fascicolului laser. Astfel, toată energia emisă de tubul de descărcare este concentrat într-un fascicol de mică secțiune și de unghi solid foarte mic, spre deosebire de o lampă cu incandescență sau arc electric, unde puterea emisă este dispersată într-un unghi foarte mare.

Totodată, datorită faptului că frecvența radiației laser este foarte bine definită, se obține o densitate de energie spectrală, U_w, extrem de ridicată. În cazul lămpii cu incandescență sau arcului electric, componentele radiației sunt repartizate aproape în întreg spectrul vizibil.

Puterea emisă de lasere este, în general, extrem de diversificată, urmând caracteristicile de funcționare și modelele constructive pentru fiecare tip de laser în parte. Laserele pot funcționa în două regimuri de lucru : regimul de funcționare în undă continuă și regimul de funcționare în impuls.

Puterile obținute se distribuie de la câteva zeci de μW în cazul laserelor He-Ne utilizate în metrologie — la sute de kW în cazul laserelor de mare putere. În cazul laserelor cu corp solid, unde densitatea mediului activ permite realizarea unei inversii de populații extrem de ridicate, se obțin impulsuri gigant cu puteri de vârf de peste 10^{12} W pe puls.

Laserul He-Ne ce emite în undă continuă o radiație de 0,6328 μm și lărgime de bandă $\Delta\lambda = 10^{-4}$, intensitatea tipică de radiație este de ordinul 10 mW/cm^2.

4. Coerența

Coerența este o proprietate a undelor de a avea aceeași lungime de undă și o diferență de fază constantă în timp.

Analiza proceselor de interacție a radiației cu materia arată că emisia unui foton prin trecerea unui atom sau unei molecule de pe o stare energetică excitată pe o stare energetică inferioară are loc într-un interval de timp finit, denumit timp de viață în stare excitată a atomului.

Astfel, fotonul poate fi reprezentat printr-o undă de frecvență $\nu = \dfrac{E_2 - E_1}{h}$, a cărei amplitudine în intervalul de timp crește și descrește trecând printr-un maxim, alcătuind un tren de unde cunoscut sub denumirea de tren de unde gaussian.

Figura 3 reprezintă forma unui tren de undă gaussian, timpul τ este intervalul de timp cel

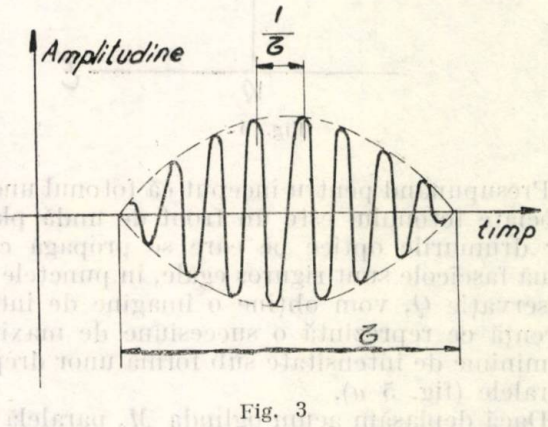


Fig. 3

mai mare în care amplitudinea și faza undei asociate fotonului poate fi precizată.

Lumina reprezentând un fenomen vibratoriu în propagare, este de așteptat ca fenomenul de interferență definit pentru oscilațiile elastice să fie regăsit și în cazul acesteia, dar existența trenurilor de undă de durată finită și asociate fotonilor s-a dovedit o dificultate

foarte importantă în punerea în evidenţă a fenomenelor de interferenţă optică.

Încă de la realizarea primelor experienţe de interferenţă a luminii, s-a observat că punerea în evidenţă a fenomenului de interferenţă necesită o proprietate specială a luminii ce a fost definită în 1801 de *Thomas Young* prin termenul de **coerenţă.** Aşa că suprapunerea a două unde de lumină are loc în spaţiu anumit, în acelaşi timp sau la momente diferite şi este necesar să definim o coerenţă spaţială şi, respectiv, o coerenţă temporală.

Pentru a înţelege coerenţa temporală să presupunem că o sursă de lumină s ce emite un număr foarte mare de fotoni, între care nu există nici o relaţie de fază definită — datorate procesului aleator caracteristic emisiei spontane — poate fi transformată, cu ajutorul a două diafragme de deschidere foarte mică, într-o sursă punctuală capabilă să emită la un moment de timp un singur foton. Fotonul emis se propagă într-un interferometru de tip *Michelson* (fig. 4).

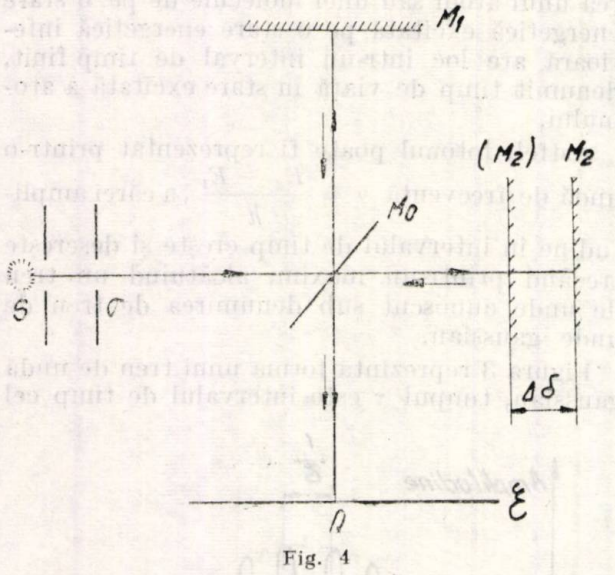


Fig. 4

Presupunând pentru început că fotonul undei asociate fotonului este un front de undă plan, iar drumurile optice pe care se propagă cele două fascicole sunt riguros egale, în punctele de observaţie Q, vom obţine o imagine de interferenţă ce reprezintă o succesiune de maxime şi minime de intensitate sub forma unor drepte paralele (fig. 5 *a*).

Dacă deplasăm acum oglinda M_2 paralelă cu o distanţă $\Delta\delta$, figura de interferenţă se va modifica în sensul scăderii intensităţii franjelor până la dispariţia completă a acestora. (fig. 5 *b* şi *c*).

Cum diferenţa de drum optic rezultată prin deplasare poate fi apreciată, cunoscând viteza de deplasare a luminii prin mediu, ca o întârziere între momentele în care cele două fascicole de lumină ajung în punctul de observaţie Q, existenţa franjelor de interferenţă va fi o manifestare a coerenţei temporale dintre cele două fascicole.

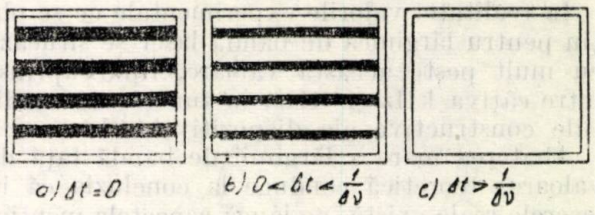


Fig. 5

Franjele de interferenţă vor fi în general observate dacă :

$$\Delta t \, \Delta\nu \leqslant 1 \tag{10}$$

Coerenţa temporală poate fi astfel apreciată, fie prin intermediul unui „timp de coerenţă"

$$\Delta t \leqslant \frac{1}{\Delta\nu} \tag{11}$$

fie cu ajutorul lungimii de coerenţă $\Delta\delta$, ce corespunde diferenţei de drum realizată prin întârzierea Δt.

$$\Delta\delta = c\Delta t \tag{12}$$

În aprecierea imaginilor de interferenţă se foloseşte vizibilitatea V, definită de *Michelson* prin relaţia :

$$V = \frac{I_{max} - I_{min}}{I_{max} + I_{min}} \tag{13}$$

Această mărime poate servi ca măsură a coerenţei : vizibilitatea egală cu unitatea înseamnă coerenţa perfectă, iar vizibilitatea nulă înseamnă incoerenţă.

În cazul laserelor, lărgimea de bandă a radiaţiei este cuprinsă, în general, între câţiva kHz până la GHz, iar în relaţia (8) timpul de coerenţă a laserilor va avea valori de ordinul $10^{-10}...10^{-3}$ s.

Lungimea de coerenţă, în cazul laserelor stabilizate în frecvenţă poate ajunge la sute de kilometri.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Popescu I. M.* Aplicaţii ale laserilor ET 1979.
[2] *Wolord A. J.* The frequency stabilization of gaz lasers Journal of physics, july 1973, vol. 6.
[3] *Dufu D.* Laserul — lumina de mîine E.A. Bucureşti 1981
[4] CIPM Procès — verboux des sèances Tome 51, 1983.
[5] *Stal W. H.* Interferometry. Combridge University Press. 1977.
[6] *Canay G.* Metrologie dans les Laboratories des Physique des Lasers Bulletin BNM 54/oct. 1983.

Umidimetre conductometrice pentru industria textilă

MIHAI ANTONIU, GHEORGHE ANTONIU, EMIL VREMERA *
CONSTANTIN CAZACU ** *MARINICĂ SAVOAIA* ***

Abstract: *Two conductometric type electronic humidity meters for the textiles industry are presented: a pocket model with LCD display, for humidity measurements of textiles during manufacturing, and a bench model with analog display for more accurate measurements. The last one has the humidity transducer and the first stage of the amplifier built in a probe which allows for accurate measurements of humidity evenduring the manufacturing process of textiles.*

Résumé: *On présente deux humidimètres électroniques de type conductomètrique pour l'industrie textile: un modèle de poche à afichage numérique à LCD, pour mesurer l'humidité des textiles au cours du procés technologique, et un modèle de laboratoire à afichage analogique, pour le mesurage plus précis de l'humidité. Ce dérnier, ayant le traducteur d'humidité et le premier étage d'amplification incorporés dans une sonde, permet le mesurage précis même au cours du procés technologique.*

1. Introducere

Cunoaşterea umidităţii materialelor textile prezintă o importanţă deosebită atât la prelucrarea cât şi la gestionarea acestora. În prezent, cele mai utilizate umidimetre în industria textilă sunt de tip conductometric (bazate pe dependenţa rezistenţei electrice de umiditatea materialului în studiu) [1] şi provin din import.

S-au întreprins şi în ţară cercetări pentru realizarea unui umidimetru [2] însă aparatul respectiv nu s-a răspândit.

La solicitarea fostei CIL (Centrala Industriei Lânii) Bucureşti, autorii lucrării de faţă au efectuat o serie de cercetări în vederea realizării în ţară a unor umidimetre electronice care să aibă parametri de calitate similari cu cei ai umidimetrelor Aquarius (de buzunar) şi DMB-6 (portabil, de laborator şi teren) aparate produse de către firma Mahlo din Germania.

Umidimetrele Mahlo (conductometrice) sunt recomandate ca aparate standard pentru controlul umidităţii în industria lânei, mai ales pentru fabricile afiliate Cartelului Internaţional al Lânei, motiv pentru care şi industria românească de profil le-a adoptat ca umidimetre de referinţă. Urmare a solicitării menţionate, autorii au efectuat cercetări pe parcursul mai multor ani (1987–1991), cercetări ce au fost finalizate în două variante de umidimetre (unul de buzunar şi unul de laborator), aparate cu scheme originale, mai adoptate posibilităţilor tehnologice indigene. Prezentarea acestor aparate formează obiectul lucrării de faţă.

Înainte de a trece la descrierea acestora, considerăm util a prezenta unele probleme specifice.

2. Principiul de măsurare la umidimetrele conductometrice

2.1. *Definirea umidităţii*

După cum se ştie, umiditatea (conţinutul de apă), în %, la materiale solide, deci şi la textile, se defineşte cu relaţia [1]:

$$W = \frac{M_1 - M_2}{M_2} \cdot 100\ (\%) \qquad (1)$$

în care M_1 reprezintă masa materialului umed, iar M_2 — masa aceluiaşi material după uscare în etuvă. Însă determinarea lui W prin metoda descrisă de relaţia (1) — denumită metoda etuvei şi care este cea mai precisă — prezintă neajunsul unui consum mare de timp (max 3–4 măsurări/oră), din care motiv se preferă umidimetrele conductometrice care, deşi au precizie mai modestă, sunt mult mai rapide şi răspund astfel cerinţelor tehnologice actuale.

2.2. *Principiul umidimetrelor conductometrice*

Acest tip de umidimetre exploatează dependenţa care există între rezistenţa electrică a unei probe de material (R_x) şi umiditatea acesteia, dependenţă ce are caracteristică exponenţială, după cum rezultă din relaţia [1]:

$$R_x = \frac{A}{B^w}, \qquad (2)$$

* Universitatea tehnică „Gh. Asachi", Iaşi
** Uzina de Fibre Sintetice, Săvineşti
*** Retrom (ITRD) Paşcani, str. Moldovei nr 17 bis, jud. Iaşi

care poate fi transcrisă în forma

$$\log R_x = a - bW \qquad (3)$$

în care a și b sunt constante ce depind de materialul de examinat. Pentru materialele textile dependența logaritmică (3), este probată și de curbele exponențiale din fig. 1 (pentru materiale pure).

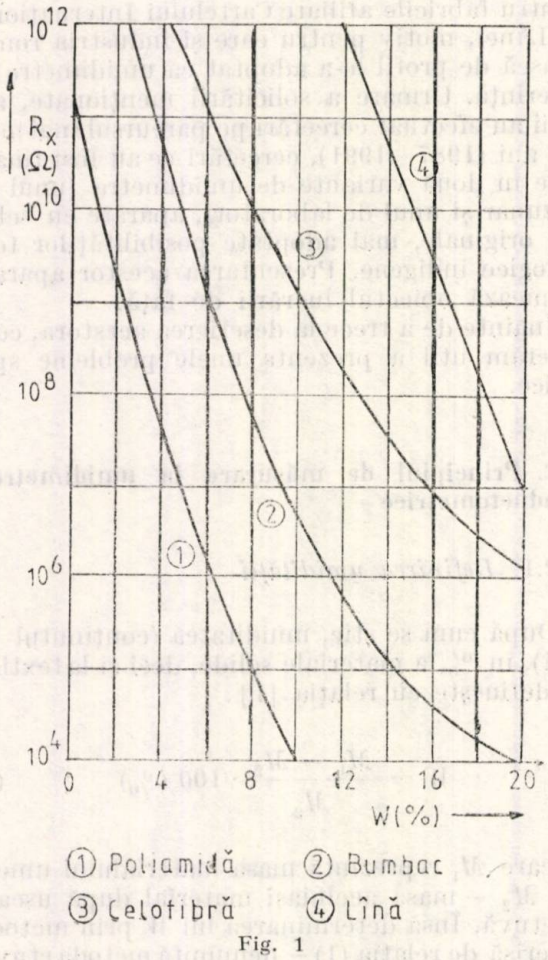


Fig. 1

2.3. *Sensori conductometrici*

În scopul definirii cât mai exacte a obiectului de măsurare, sensorii conductometrici de umiditate (σ) se fac de forme standard : pieptene (fig. 2 *a*), furcă (fig. 2 *b*), ștampilă (fig. 2 *c*) sau de altă formă. Rezistența electrică de izolație (R_{iz}), dintre electrozii de măsurare 1, 2, adică rezistența asigurată de suportul (3) de care sunt fixați electrozii (tipic telefon sau poliamidă) trebuie să fie $R_{iz} > 10^{12} \ldots 10^{14}$ pentru a nu șunta pe R_x.

2.4. *Condiții de definire a obiectului supus măsurării*

Pentru asigurarea unei reproductibilități acceptabile la măsurarea lui W pe cale conductometrică trebuie îndeplinite următoarele condiții de bază :

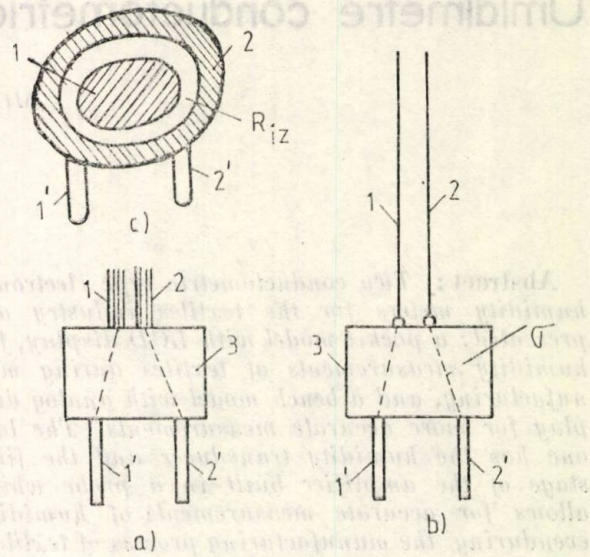


Fig. 2

Temperatura probei (T) să fie constantă și egală cu 20°C, deoarece la variația lui T variază și R_x.

Tensiunea de măsurare (U) trebuie să fie mică : $U \leqslant 9 \ldots 12$ V, deoarece la tensiuni mai mari R_x manifestă efect de varistor (R_x scade la creșterea lui U).

Durata operației de măsurare trebuie să fie scurtă pentru a nu amorsa fenomene de electroliză, dar suficient de lungă, pentru a permite strângerea componentei de polarizare a curentului ce străbate proba. Practica arată că durata de 3...5 s reprezintă un compromis acceptabil.

Materialul din probă trebuie să fie în stare pură deoarece adaosurile de prelucrare (avivaje, antistatizante etc.) modifică (puternic) rezistivitatea materialului respectiv, ceea ce constituie o sursă importantă de erori.

Electrozii de măsurare (1,2 fig. 2) trebuie să fie curați, fără urme de praf sau de oxizi, elemente ce pot afecta funcția de transfer (2) a sensorului de umiditate (σ).

3. Umidimetru de buzunar cu afișare prin LED-uri (3)

Acest aparat pe care îl vom denumi UBL (umidimetru de buzunar cu LED-uri) a fost elaborat în vederea înlocuirii umidimetrului de buzunar Aquarius [4]. Acesta din urmă dă rezultate satisfăcătoare în privința operației de măsurare, însă prezintă neajunsul că este de tip punte echilibrată manual și deci cu viteză de lucru redusă. La umidimetrul UBL acest neajuns dispare deoarece acesta este cu citire directă.

3.1. *Schema de principiu a UBL*

Schema de principiu a umidimetrului UBL propus de autori este arătată în fig. 3 unde P este proba de examinat, iar MVL un milivoltmetru cu afișare prin LED-uri.

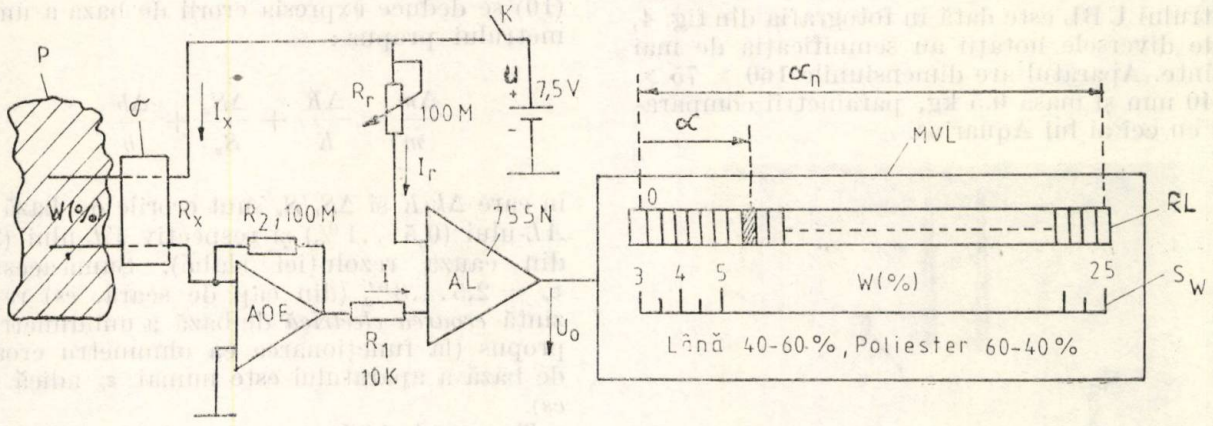


Fig. 3

a) Circuitul de măsurare (fig. 3) este format din sensorul de umiditate (σ), un convertor curent-tensiune cu amplificatorul operațional electrometric 3523 BB (curent de polarizare sub 0,1 pA) [5] și un amplificator logaritmic (AL) de tip 755 N (Analog Devices). Cu partea reglabilă a rezistenței de referință (R_r) se reglează zeroul pentru tensiunea de ieșire (U_0) din circuit (și deci cifra de început de scară pentru umiditatea afișată W %).

Ecuația de transfer a amplificatorului logaritmic (AL) este de forma :

$$U_0 = K \log \frac{I}{I_r} \tag{4}$$

relație care, ținând cont de notațiile din fig. 3 devine :

$$U_0 = K (\log c - \log R_x) \tag{5}$$

expresie în care c reprezintă substituția :

$$c = \frac{R_2 R_r}{R_1} \tag{6}$$

iar K — factorul de scară al AL-ului. În final, asociind relațiile (5) și (3) și impunând condiția :

$$\log c - a = 0 \tag{7}$$

realizabilă prin reglarea lui R_r (fig. 3) se obține în final expresia :

$$U_0 = K_b W \% \tag{8}$$

care reprezintă ecuația de funcționare a circuitului de măsurare.

Din relația (8) rezultă că răspunsul circuitului de măsurare (U_0) este independent de tensiunea de activare (U), ceea ce face inutilă prezența unui stabilizator de tensiune, componentă existentă la umidimetrul Aquarius luat ca referință.

OBSERVAȚIE : Teoretic, circuitul de măsurare poate funcționa și fără AOE ; însă, într-o atare situație, R_r, după cum se poate deduce din fig. 1 și din relațiile (3), (4) și (5), ar trebui să fie de ordinul a $10^{12}\,\Omega$. Cum însă aproximativ 10 % din R_r trebuie să fie reglabilă, rezultă că ar fi necesar un potențiometru de ordinul sutelor de GΩ, piesă practic imposibl de procurat din comerțul de specialitate. Din acest motiv s-a recurs la *grupul OAE*, R_2, R_1 care, împreună cu R_r, formează un fel de simulator de rezistență foarte mare. Într-adevăr, dacă se examinează (6) se observă că rezistența c, de ordinul $10^{12}\,\Omega$ (vezi fig. 1), este simulată prin rezistențe R_2 și R_r, ambele de $10^8\Omega$. Aceasta arată că partea reglabilă a lui R_r poate fi de ordinul 10 MΩ, valoare care încă mai poate fi găsită în comerțul de componente profesionale.

b) Milivoltmetrul cu LED-uri (MVL) are un afișaj de tipul cu punct mobil (se aprinde numai LED-ul ce indică valoarea măsurată), format dintr-o regletă cu 50 de LED-uri (RL), comandate cu circuite specializate de tip LM3914 într-o schemă cunoscută [6]. Acest MVL (fig. 3) răspunde la ecuația de funcționare (S_V fiind sensibilitatea) :

$$\alpha = S_V U_0, \tag{9}$$

relație care în asociere cu (8) conduce la expresia :

$$\alpha = m W \%; \quad m = bKS_V \tag{10}$$

ce reprezintă ecuația de funcționare a umidimetrului UBL.

Prezența parametrului b (care depinde de materialul de încercat) în (10) arată că, pentru afișarea umidității de măsurat (W %) este necesară câte o scară separată (S_w) pentru fiecare

tip de material de încercat. Acest aspect (scări multiple) se întâlnește la toate umidimetrele conductometrice.

3.2. *Forma constructivă și limitele de măsurare*

a) Forma constructivă a umidimetrului UBL este dată în fotografia din fig. 4, unde diversele notații au semnificația de mai înainte. Aparatul are dimensiunile 160 × 75 × × 40 mm și masa 0,5 kg, parametrii comparabili cu cei ai lui Aquarius.

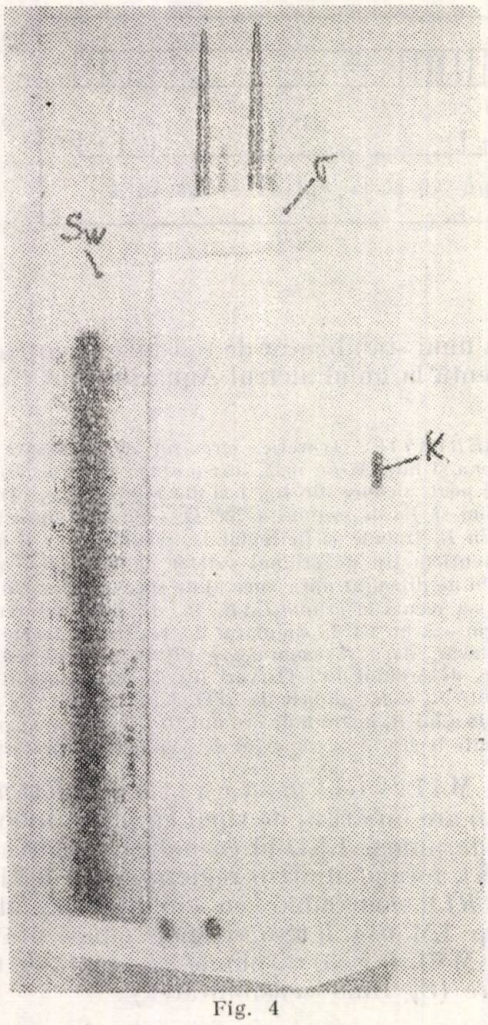


Fig. 4

b) Limite de măsurare. S-au prevăzut, în total, 11 scări de măsurare a umidității W %, scări ce au fost trasate pe 8 suporți de scară (S_w). Dintre aceste scări, 3 sunt pentru materiale pure (lână, bumbac, iută) și 8 pentru amestecuri pe bază de lână, cu intervalul de rețetă de ±10% din componentul de bază (de ex. 40...60% lână și 60...40% poliester). Limitele de măsurare pentru W se situează între 3...24% pentru amestecuri pe bază de lână și 10...40% pentru lână pură.

În fine, după cum rezultă din (5) umidimetrele conductometrice pot fi utilizate și la măsurarea rezistențelor foarte mari. Scara de ohmmetru a UBL-ului are limitele (10^6...10^{12}) Ω.

3.3. *Precizia UBL*

a) Considerații teoretice. Din (10) se deduce expresia erorii de bază a umidimetrului propus:

$$\frac{\Delta m}{m} = \frac{\Delta K}{K} + \frac{\Delta S_v}{S_v} + \frac{\Delta b}{b}, \qquad (11)$$

în care $\Delta k/K$ și $\Delta S_v/S_v$ sunt erorile de bază ale *AL*-ului (0,5...1%) și respectiv *VL*-ului (2%, din cauza rezoluției slabe). Suma acestora $\varepsilon_e = 2{,}5...3\%$ (din cap de scară, *cs*) reprezintă *eroarea electrică* de bază a umidimetrului propus (la funcționarea ca ohmmetru eroarea de bază a aparatului este numai ε_e adică 3% *cs*).

Termenul $\Delta b/b = \varepsilon_b$ reprezintă eroarea de definire a obiectului de măsurare (definire conform cu 2.4 de mai înainte) și are două componente ε_s și ε_R. Prima (ε_s) reprezintă eroarea de conversie a sensorului (σ) în sensul că legea (2) nu este suficient de riguroasă. Această componentă se elimină aproape complet la gradarea scărilor (S_w). Dacă gradarea este îngrijit efectuată, iar scara corect așezată în locașul respectiv, ε_s rămîne sub 2...3% (*cs*).

Mult mai importantă este componenta ε_R, pe care o vom numi *eroare de rețetă*. Aceasta provine din faptul că scara (S_w) se gradează pentru o rețetă precisă de amestec, de exemplu 50% lână și 50% poliester. Însă din motive economice (reducerea numărului de scări) scara respectivă este folosită pentru un interval mai larg de rețete, de exemplu amestecuri din 40...60% lână și 60...40% poliester. Dacă nu se cunoaște exact proporția de amestec ci numai intervalul în care se poate afla, ε_R poate atinge și chiar depăși ±20% (*cs*). Însă, dacă se cunoaște exact rețeta amestecului, de exemplu 55% lână și 45% poliester, eroarea ε_R poate fi calculată printr-o interpolare specifică, iar valoarea ei adevărată este cu atât mai mică cu cât rețeta amestecului este mai apropiată de cea la care a fost gradată scara respectivă.

b) Verificări experimentale. **Precizia electrică** a umidimetrului UBL a fost verificată prin comparație directă (rezistențe calibrate în locul lui R_x), metodă cunoscută. S-a obținut $\varepsilon_e \leqslant 3\%$ (*cs*) valoare practic egală cu cea menționată în prospectul lui Aquarius.

Verificarea lui ε_b. Deoarece ε_b este dificil de determinat direct, s-a recurs la determinare indirectă, prin verificarea globală a preciziei umidimetrului ($\Delta m/m$). Această verificare s-a

făcut prin metoda etuvei, pe un număr mare de probe (50—60 pentru fiecare scară) de amestecuri pe bază de lână, cu rețetă precis cunoscută. S-a ajuns la concluzia că $\Delta m/m \leqslant 8\%$, ceea ce înseamnă că $\varepsilon_s \leqslant 5\%$ (*cs*).

În concluzie, pe baza rezultatelor experimentale obținute, se poate afirma că precizia umidimetrului propus (UBL) este mai bună ca 8% (*cs*) la măsurarea materialelor pure și a amestecurilor cu proporția bine cunoscută și mai bună ca 15% (*cs*) în cazul măsurării pe amestecuri cu proporție necunoscută exact, dar încadrabilă în scara (S_w) pe care se măsoară. Acești parametri sunt la nivelul umidimetrului de buzunar Aquarius, luat ca referință.

Însă o atare precizie este nesatisfăcătoare la măsurarea de laborator sau la măsurarea de teren în scop de gestionare a materialelor. De aceea, UBL (ca și Aquarius) este potrivit numai pentru controlul calitativ al umidității pe fluxul tehnologic, avantajul lui de bază fiind *portabilitatea*. Pentru creșterea preciziei trebuie micșorat atât ε_e cât și ε_b; la această cerință răspunde și umidimetru UTS propus de către autori.

4. Umidimetru cu traductor tip sondă

Acest aparat, pe care îl vom denumi UTS, a fost elaborat de către autori cu scopul de a înlocui umidimetrul de laborator DMB-6, (Mahlo) [8].

4 1. *Critica umidimetrului* DMB-6

Principalul neajuns a lui DMB —6 (și al celorlalte umidimetre conductometrice de laborator) îl constituie faptul că amplificatorul electrometric de la intrare (AOE) este plasat în cutia aparatului. Ca urmare, curentul (I_x) dependent de umiditatea de măsurat (W) — curent de valoarea foarte mică[$(10^{-8}...10^{-11})$A] — este transmis de la sensorul de umiditate (σ, fig. 2) la AOE printr-un cablu de construcție specială (cu circuit de gardă și, respectiv, antitriboelectric), cablu voluminos, incomod în exploatare, scump și greu de găsit în comerț.

4.2. *Prezentarea aparatului* UTS

a) I d e e a d e b a z ă. Schema de principiu a aparatului propus este dată în figura 5. Particularitatea acestui umidimetru constă în aceea că amplificatorul electrometric de intrare (*AOE*) și butonul de pornire (K_1) sunt încorporate în mânerul sensorului de umiditate (σ), împreună cu care formează un dispozitiv de tip sondă (*S*),

În felul acesta, prin cablul (*CL*) care leagă sonda de aparatul de bază (*AB*) circulă un curent (I) mult mai mare ($10^{-6}...10^{-3}$ A) decât (I_x), deci mult mai puțin sensibil la curenții de fugă prin izolația cablului precum și la perturbațiile triboelectrice. Datorită acestei particularități, cablul multifilar (*CL*) poate fi de construcție obișnuită, deci mult mai ieftin și mai ușor de procurat. În plus, amplasarea butonului de pornire (K_1) în structura sondei permite o manevrabilitate mai comodă și scurtarea duratei de măsurare, durată care, după cum s-a mai menționat, trebuie să fie sub 5 s.

b) C i r c u i t u l d e m ă s u r a r e. Circuitul de măsurare al aparatului UTS (fig. 5) este similar cu cel al aparatului UBL (fig. 3), cu deosebirea că etajul de intrare (σ, *AOE* și K_1) este plasat în sonda (*S*), iar restul componentelor — în aparatul de bază (*AB*). Tensiunea de ieșire din *AOE* (U_2) este transmisă la *AL* prin firele 1 și 2, iar tensiunea de alimentare a sensorului σ(+ 6 V) — prin firele 3 și 1. Alimentarea *AOE*-ului ($\pm$15 V) se face prin firele 4 și 5. Comutatoarele K_3 și K_4 servesc la schimbarea celor două game (I și II) prevăzute pentru fiecare scară de măsurare (S_w), iar potențiometrele P_I (100 MΩ) și P_{II} (10 KΩ) sunt pe rol de rezistențe de referință (R_r) și servesc la reglajul de zero pentru W % pe gamele respective.

S-au prevăzut câte două game (I și II) pentru fiecare scară, din două motive :

1) Pentru a îmbunătăți rezoluția la citirea lui W%: întreg intervalul de variație a lui R_x[$(10^4...10^{12})\Omega$ (fig. 1)], este dezvoltat pe două lungimi de scară, în loc de una singură.

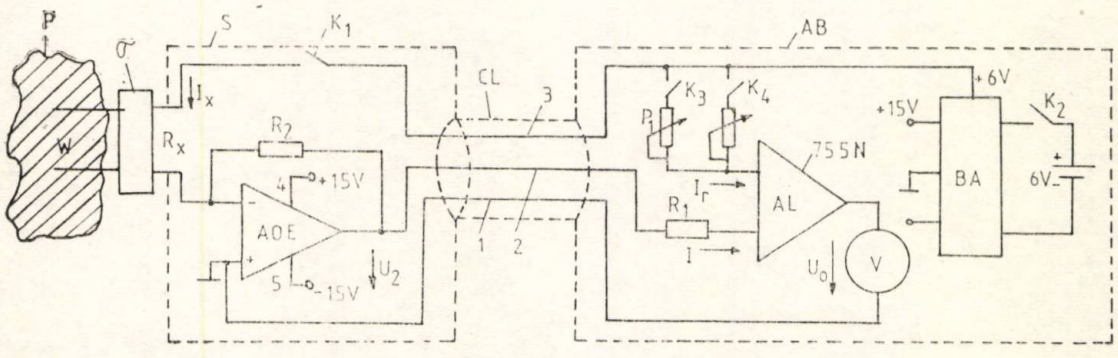


Fig. 5

2). Pentru a utiliza numai partea centrală a gamei dinamice a *AL*-ului, zona în care eroarea de conformitate logaritmică este mai redusă [8].

Cu aceste precauții eroarea elastică de bază (ε_e) a umidimetrului UTS, ar fi putut fi redusă de la 3% *cs*, la mai puțin de 1,2% *cs*.

c) E c u a ț i a d e f u n c ț i o n a r e. Examinînd schema umidimetrului UTS (fig. 5) se observă că, principial, este identică cu schema umidimetrului VBL (fig. 3). Prin urmare UTS răspunde la aceeași ecuație de funcționare (10) cu deosebirea că în (6) în locul lui R_r intervine

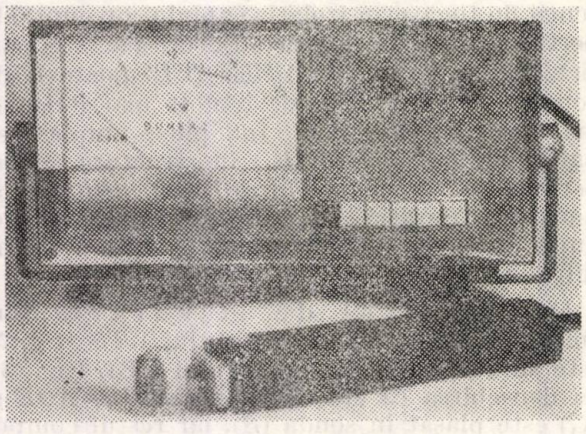


Fig. 6

P_I sau P_{II}, în funcție de gama selectată (prin K_3 sau K_4).

d) P r e c i z i a. Mai sus s-a arătat că eroarea electrică de bază a fost redusă la $\varepsilon_e \leqslant \leqslant 1{,}2$ %. S-a micșorat și eroarea de rețetă (ε_R), prin restrângerea intervalului de variație a procentelor de amestec de la ± 10% la ± 5% (de exemplu 40...50% lână și 60...50 % poliester). Verificările experimentale efectuate ca la pct. 3.3 *b* au arătat că eroarea de bază ($\Delta m/m$) a umidimetrului UTS este sub 3% *cs* la măsurarea lui *W* pe materiale pure și sub 5% la măsurare pe amestecuri.

e) F o r m a c o n s t r u c t i v ă. În figura 6 se dă o fotografie a aparatului UTS. Aparatul permite măsurarea umidității pe materiale textile, în limita $W = (3...35)$%, precum și pe alte materiale neconductoare. Aparatul este prevăzut cu alimentare la baterii ($4 \times 1{,}5\text{VR}_{20}$), precum și cu alimentare la rețea și poate fi utilizat atât ca umidimetru de laborator cât și de teren.

De asemenea, aparatul poate fi utilizat și la măsurarea rezistențelor în gamele $(10^4...10^8)\Omega$ și $(10^8...10^{12})\Omega$ cu o precizie mai bună ca 3% *cs*.

Dimensiuni: $250 \times 170 \times 120$ mm, masă 3 kg; dimensiunile traductorului sondă: $(150 \times 40 \times 25)$ mm, masă 100 g.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Nicolau Th.*, ș.a. — Umidimetre electronice, București, Ed. Tehnică, 1973.

[2] *Hufanu Gh.*, ș.a. — Umidimetru electronic ușor portabil, pentru produse textile, Industria Ușoară, nr. 2, 1985.

[3] *Antoniu M.*, ș.a. — Umidimetru electronic, Lucrările sesiunii de comunicări ICSITE — Snagov, 1987, vol. III, p. V — 88.

[4] Firma Mahlo (Germania), prospect umidimetru de buzunar Aquarius, 1987.

[5] Firma Burr-Brown, General Catalog, 1989.

[6] *Sporea D.*, ș.a. — Circuite optoelectronice, cap. 2—13, Buc. (EM), 1986.

[7] Firma Mahlo, prospect umidimetru portabil DMB—6, 1991.

[8] Firma Analog Devices, Nonlinear circuits handbook, Norwood, (USA), 1976, IV, cap. 2.

Institutul de cercetări ştiinţifice în domeniul construcţiei aparatelor electrice din Chişinău "ELIRI„

Institutul „ELIRI" din Chișinău este un institut de cercetări cu tradiție în construcția mijloacelor de măsurat electrice, cu performanțe ridicate, realizate ca unicate sau în serie mică, ca rezultat a lucrărilor de cercetare. Printre aparatele realizate se pot menționa : punți comparator și punți digitale, pentru măsurarea rezistenței electrice, rezistoare etalon, divizoare de tensiune, componente pentru aparate (surse de înaltă tensiune, rezistoare, amplificatoare de fază, traductoare de umiditate, de presiune statică și variabilă etc.), (tabelul 1).

Printre realizările deosebite ale acestui institut de cercetări se mai poate menționa și *„realizarea microconductorului turnat în izolant elastic de sticlă"* — pe baza metodei și tehnologiei elaborate în cadrul institutului. Toate condițiile de turnare sunt asigurate de instalațiile realizate care pot fi utilizate atât pentru fabricarea microconductoarelor (instalația tip ALM5-D) cât și pentru asigurarea controlului complex al tuturor parametrilor (instalația tip UIMP-9).

Metoda de fabricare a microconductoarelor a fost elaborată în 1948 de către profesorul *A. V. Ulitovscki* și constă în introducerea unei cantități mici de metal (aliaj), având o masă de 3...5 g, într-un câmp electromagnetic de înaltă frecvență. Curenți de înaltă frecvență încălzesc metalul și sticla până la temperatura de încălzire a acestora. Din sticlă se realizează un capilar care este umplut cu metalul topit. Supus răcirii, se realizează microconductorul dorit în izolație de sticlă.

Unul din avantajele metodei de fabricare a microconductoarelor este acela că permite realizarea microconductoarelor cu diametre situate într-un interval larg de valori, de la 0,5 μm la 200 μm, având grosimea izolației de sticlă de la 2 μm până la 20 μm. Metoda se utilizează la fabricarea microconductoarelor cu diametre mici.

Metoda și procesul tehnologic utilizat permite realizarea microconductoarelor atât din metale (aliaje) plastice cât și din metale rigide (de ex. din fontă), ceea ce a făcut posibilă realizarea conductoarelor în izolație de sticlă dintr-o gamă extinsă de metale (Cu, Ag, Au, Pt, Bi, Ge) și din aliaje pe bază de Ni, Co, Fe, Cu, în combinație cu sticlă de diferite compoziții. Microconductoarele din Cu, Ni și Fe, cu capilarul de sticlă (din Al, Bo, Si), cu rezistența specifică cuprinsă în intervalul 0,4...1,8 mm^2/m și cu rezistența între 1 și 1000 kΩ/m, au o variație mică cu temperatura, de ordinul $\pm 5 \cdot 10^{-6} k^{-1}$, sunt utilizate pentru realizarea rezistoarelor de exactitate și stabilitate ridicată, fiind de neînlocuit.

Microconductoarele din aliaje pe bază de Fe, Co, Ni au o permeabilitate magnetică inițială ridicată (până la 5000 Gs/E), valoare ce se păstrează până la frecvențe de peste 1 MHz.

Microconductoarele din cupru, cu diametrele cuprinse în intervalele 10 μm ... 30 μm, sunt utilizate pentru realizarea componentelor radioelectronice și electrotehnice, care se utilizează la temperaturi cuprinse în intervalul 60°C... ...600°C și la tensiuni peste 1000 V.

Microconductoarele din Ni și Pt sunt utilizate la confecționarea traductoarelor termorezistive, termometre rezistive, termoanemometre etc.; izolația de sticlă a acestor microconductoare mărește rezistența lor în unele medii agresive.

Cercetătorii din acest institut sunt interesați în a fi solicitați pentru livrarea de microconductoare și mijloace de măsurare deja elaborate sau pentru elaborarea de microconductoare din aliaje noi, precum și la comanda de noi mijloace de măsurare.

Solicitările vor fi trimise pe adresa : 277068, Chișinău, str. Miron Costin, 5.1 AE, Telefoane : prefix 042 — 044.22.43 sau 44.03.98, Fax 0422 — 49 41 95, Telex : 163169 PTB SU.

Uzina „Micron"

Uzina „Micron", fosta uzină „Microprovod", colaborează cu „Institutul de Cercetări Științifice în Domeniul Construcțiilor Aparatelor Electrice din Chișinău „ELIRI" și fabrică în serie mijloace de măsurare electrice și componente electronice. Este un producător unic pe plan mondial care realizează produse pe bază de microconductoare izolate în sticlă.

Majoritatea aparatelor realizate se bazează pe microconductorul izolat în sticlă (ex. rezistoare de joasă și înaltă tensiune, comparatorul de rezistențe etc.) și pe circuite integrate (ex. teraohmmetrul digital automat, punte digitală etc.). În tabelul 2 sunt date câteva produse realizate de către uzina „Micron".

Cei interesați să obțină asemenea produse pot trimite solicitările pe adresa : 277060, Chișinău, Bulevardul Decebal 139, uzina „Micron".

Tabelul 1

Nr. rt.	Denumirea mijlocului de măsurare	Caracteristici	Performanțe
0	1	2	3
1.	Rezistor în decade	Valoarea maximă a rezistenței 10^6 Ω Nr. decade : 8	Clasă de exactitate 0,02
2.	Divizor de tensiune	Tensiunea nominală de intrare 30 kV Valori nominale ale coeficientului de divizare : 1000 ; 10 000	Clasă de exactitate 0,003
3.	Divizoare de înaltă tensiune	Valori nominale ale coeficienților de divizare : 1000 ; 10 000 Tensiuni nominale de intrare : 5 ; 10 ; 20 ; 30 kV	Clasă de exactitate 0,01
4.	Sursă de alimentare bipolară de înaltă tensiune	Interval de reglare a tensiunii de ieșire : 5 . . .8 kV Curent de sarcină 0 . . . . . .200 μA	
5.	Sursă de alimentare pentru alimentarea diverselor aparate electroradiotehnice	Tensiuni de ieșire 5V ± 1 % 15V ± 3 %	
6.	Amplificator cu nivel de zgomot mic și cu impedanțe de intrare	Bandă nominală de frecvență 0 . . .1000 Hz Valoare nominală a coeficientului de amplificare : 200 ; 500 ; 1000 ; 2000 Rezistență de intrare : 5 GΩ Tensiune de alimentare : ± 12 ± 1,2 V	Eroare maximă a coeficientului de amplificare ± 2 %
7.	Filtru trece-jos cu comutație electronică a frecvenței (pentru selecția de frecvențe joase)	Valori nominale ale frecvențelor de rejecție la nivelul de minus 3 dB ; 8 . . .32 Hz Semnal de intrare : (valoare de vârf) 4 V Curent maxim consumat : 4 mA Rezistență de intrare : 1 MΩ	Deviere maximă a frecvențelor de rejecție de la valoarea nominală ± 10 % Modul al coeficientului de transmisie în bandă de trecere 1 ± 0,05
8.	Modulator de frecvență subpurtătoare	Bandă de frecvență de modulare a semnalului : 0 . . .32 Hz Amplitudine maximă a semnalului modulator : 1 V Tensiune de alimentare : ± 12 ± 1,2 V	Coeficient maxim de distorsiuni armonice de intrare 2 % Derivă de temperatură a frecvenței subpurtătoare 2 %

Tabelul 1 (continuare)

0	1	2	3
9.	Convertor de tensiune pentru alimentarea aparatelor de măsurat și a mijloacelor de automatizare protejat contra curentului de scurtcircuit în sarcină	Tensiuni de intrare : 21 . . .30 V Curent de sarcină : 0,05 . . . 0,5 A Tensiune de ieșire : ± 15 V	
10.	Traductor de presiune excedentară a lichidelor și gazelor în semnal unificat	Interval de măsurare a presiunii : 1,0 . . . 160 MPa Semnal ieșire : 0 . . .5mA ; 0 . . .20 mA ; 4 . . .20 mA	Clase de exactitate : 0,25 ; 0,5
11.	Traductor de presiune statică și variabilă	Interval de măsurare : 0,04 . . .60 MPa Semnal de ieșire : 0 . . .5 V	Clase de exactitate : 1 ; 1,5
12.	Traductor de presiune și vacuum	Interval de convertire a presiunii : $5 \cdot 10^{-3}$ . . . 10^{2} mm c.m. maxim Curent maxim de lucru : 20 mA	Eroare relativă maximă 3 %
13.	Traductor de inducție magnetică	Coeficient de convertire : $(5 \pm 2) \cdot 10^{-3}$ V.s/T Coeficient de temperatură a coeficientului de convertire : $8 \cdot 10^{-5} \cdot K^{-1}$ Interval de temperatură de lucru : (−268,8 . . . 80) °C	
14.	Traductoare anemometrice pentru temperaturi înalte cu fir de platină sau platin-rhodiu	Viteza maximă a curentului de aer : 200 . . . 250 m/s	
15.	Traductor de umiditate relativă a aerului	Interval de măsurare : 12 . . .98 % Interval de temperatură : + 5 . . . 50°C	Clasa de exactitate : 3
16.	Traductoare de viteză și temperatură a curenților de aer	Interval de viteză : 0,1 . . . 30 m/s Interval de temperatură : 0 . . . 130 °C	Clasa de exactitate pentru viteză : 2,5 Clasa de exactitate pentru temperatură : 2,0

Tabelul 2

Nr. crt.	Denumirea mijlocului de măsurare/componentei	Caracteristici	Performanţe
0	1	2	3
1.	Comparator de rezistenţe electrice	Interval de măsurare a rezistenţelor : $10^5 \ldots 10^{12}$ Ω	Eroare maximă relativă : 0,0002 ... 0,1 %
2.	Punte digitală	Interval de măsurare : $10^{-3} \ldots 10^{15}$ Ω	Clase de exactitate : 0,05 ... 10
3.	Rezistoare etalon	Rezistenţă nominală : $10^5 \ldots 10^8$ Ω	Clasă de exactitate : 0,005
4.	Rezistor în decade	Valoare nominală a rezistenţei unei trepte $10^4 \ldots 10^9$ Ω	Clase de exactitate : 0,02 ... 0,1
5.	Termometru digital automat	Interval de măsurare a rezistenţei : $2 \cdot 10^5 \ldots 10^{15}$ Ω Interval de reglare a tensiunii : 1 ... 1000 V	Clasa de exactitate : 5
6.	Teraohmmetru digital	Interval de măsurare a rezistenţei : $10^6 \ldots 10^{15}$ Ω	Clase de exactitate : 1 ... 5
7.	Rezistoare confecţionate din microconductoare	Valoarea nominală a rezistenţei : 0,01 ... 20 MΩ	Clase de exactitate : 0,02 ... 0,05
8.	Rezistoare de înaltă tensiune fabricate din microconductoare	Valoarea nominală a rezistenţei 10 ... 250 MΩ	
9.	Instalaţie pentru testarea kilovoltmetrelor şi a divizoarelor de tensiune electrică în c.c.	Interval de tensiuni : 100 ... 100 000 V	Eroarea maximă relativă : ± 0,15 %
10.	Dispozitiv pentru testarea punţilor de măsurare a valorilor mari de rezistenţe în c.c.	Rezistenţă nominală 1 ... 1000 GΩ	Clase de exactitate : 0,05 ... 0,2

A 13-a conferinţă internaţională IMEKO TC — 3 „MĂSURĂRI DE FORŢE ŞI MASE" — Helsinki, 11 — 14 mai 1993

În perioada 11—14 mai 1993 a avut loc în incinta centrului expoziţional din Helsinki cea de-a 13-a conferinţă internaţională de măsurări de forţe şi mase, organizată de Societatea Finlandeză de Automatică şi sponsorizată de Confederaţia Internaţională a Măsurărilor — IMEKO.

Au participat 89 de specialişti din 23 ţări şi un numeros public. În programul final al manifestării au fost incluse 56 de comunicări ale unor cunoscuţi autori din 18 state, România ocupând un onorant loc secund în clasamentul pe naţiuni întocmit după numărul de lucrări :

1	Germania	— 15
2	România	— 8
3—5	China	— 5
	Finlanda	— 5
	Italia	— 5
6	Anglia	— 4
7	Japonia	— 3

8—18 Ceho-Slovacia, Coreea de Sud, Egipt, Elveţia, Franţa, Polonia, Portugalia, Suedia, Ungaria, Iugoslavia şi Slovenia — câte o lucrare.

Este de remarcat colaborarea pe linie metrologică dintre China şi Italia, precum şi demararea cooperării în domeniu între Physikalisch — Technische Bundesanstalt din Germania şi instituţii omoloage din Egipt şi Brazilia. De altfel, graţie sponsorizării P.T.B.-care a suportat taxele de participare de 500 D.M. şi a asigurat găzduirea la „Eurohostel" în capitala finlandeză, a fost posibil ca doi specialişti români să-şi prezinte lucrările la înalta reuniune ştiinţifică :

— „Un nou traductor inductiv de forţe" — cercet. şt. princ. *D. M. Ştefănescu*, şef instrumentaţie I.M.F.D.Z. Bucureşti ;

— „Măsurarea forţelor electrodinamice axiale la transformatoarele de înaltă tensiune" — dr. ing. *A. Marinescu*, director I.C.M.E.T. Craiova.

Comitetul Tehnic nr. 3 (Măsurări de Forţe şi Mase) este unul dintre cele mai active din cadrul IMEKO. La şedinţa anuală, desfăşurată în seara zilei de 11 mai 1993 la hotelul „Lord" din Helsinki, au participat delegaţi oficiali din 15 ţări : S.U.A., Japonia, China, Coreea de Sud, Germania, Anglia, Franţa, Italia, Spania, Finlanda, Danemarca, Suedia, Ungaria, Polonia şi România (reprezentată de subsemnatul şi bine integrată în comunitatea mondială la acest capitol). Au fost confirmaţi în funcţiile de preşedinte — *M. Peters*, Germania şi, respectiv, vicepreşedinte — *R. Jenkins*, Anglia şi a fost ales secretar *A. Pusa*, Finlanda, în locul lui *A. Gizmajer*, Polonia, care se va pensiona. S-a definitivat tema mesei rotunde care va avea loc în cadrul congresului mondial IMEKO XIII, Torino, septembrie 1994 : „Măsurări de forţe şi cântăriri în condiţii nonstatice". De asemenea, s-a stabilit ca cea de-a 14-a conferinţă internaţională de măsurări de forţe şi mase să fie găzduită de Varşovia în septembrie 1995.

În zilele întrunirii participanţii au avut ocazia să vizioneze cea mai mare expoziţie de instrumentaţie organizată vreodată în Scandinavia, cu peste 150 de firme prestigioase din întreaga lume.

Ziua de 14 mai 1993 a fost dedicată unor excursii profesionale, în două variante :

— Centrul de Cercetări Tehnice, Centrul de Inspecţii Tehnice, Centrul de Metrologie şi Acreditare — instituţii de interes naţional aflate în împrejurimile oraşului Helsinki şi descrise în frumoase broşuri de prezentare ;

— Laboratorul de forţe şi mase, din reputata staţiune pentru sporturi de iarnă — Lahti. Am optat pentru ultima posibilitate, vizitând întreprinderea Raute Precision Oy, unde se fabrică o gamă largă de traductoare de forţe şi instalaţii de cântărire, etalonarea realizându-se cu ajutorul unei maşini de forţă — standard produsă de A. M. ERICHSEN GmbH.

În preajma nopţilor albe, ne-am bucurat de nişte seri de neuitat. Am fost invitaţi la câteva recepţii oficiale, memorabile fiind cea de la primăria capitalei (păstrând vechea faţadă, dar având o modernă arhitectură interioară) şi cea de pe teritoriul unei foste baze militare sovietice (Upiniemi). Am degustat câteva specialităţi (hering, salmon, ren şi celebra vodcă finlandeză), într-o ambianţă nepoluată şi într-un spirit de neutralitate activă.

Am cunoscut un popor prietenos, viguros, sportiv, civilizat, cu o bună stăpânire a limbii engleze, deschis la noi contacte umane. Recunoscuta ospitalitate finică a permis şi vizitarea ulterioară a universităţilor tehnologice din Tampere (profesor *Olli Aumala*) şi Otaniemi (cercetător *Timo Nyberg*). La prima am susţinut conferinţa „Studiul comparativ al sensibilităţii elementelor elastice ale traductoarelor cu ajutorul metodei elementelor finite" iar la cea de-a doua o proiecţie de diapozitive color cu obiceiuri populare, biserici maramureşene din lemn şi mănăstiri pictate din nordul Moldovei. Fabuloasele peisaje cu lacuri şi păduri finlandeze, aureolate de lumina aurie, zborul impecabil cu avioanele ROMBAC ale companiei TAROM, escala de la DANTEST — laboratorul de forţe din Copenhaga şi vremea însorită au încununat acest periplu scandinav.

Dan — Mihai Ştefănescu

Un nou document internațional OIML

Organizația Internațională de Metrologie Legală (OIML) a publicat recent Documentul Internațional D23 „Principiile controlului metrologic al echipamentului utilizat pentru verificare".

Documentul (bilingv — engleză, franceză — 18 pagini) se referă la „echipamentul de verificare", prin care se înțelege echipamentul (instalații, utilaje, aparatură etc.) utilizat la verificarea metrologică a mijloacelor de măsurare din domeniul metrologiei legale. Acesta include :

— etaloane de măsurare,
— aparate de măsurat auxiliare,
— echipament auxiliar.

În Document se dau exemple de asemenea echipament, care prezintă o mare varietate de structură, în funcție de domeniul considerat.

Controlul constă în :

— examinarea administrativă,
— încercarea funcțională,
— examinarea metrologică și
— etalonare.

Documentul prezintă modul în care se execută toate aceste operații.

Al 5-lea Simpozion Național de Metrologie București, 5—6 mai 1994

Devenit tradițional, Simpozionul Național de Metrologie reunește periodic specialiști din diferite domenii de activitate, interesați în progresele teoriei și tehnicii măsurărilor, ale aparatelor de măsurat și ale aplicațiilor acestora.

Anul celui de al 5-lea Simpozion Național de Metrologie coincide cu a 130-a aniversare a introducerii Sistemului Metric în România, prin promulgarea primei Legi a Măsurilor și Greutăților de către domnitorul Alexandru Ioan Cuza, în anul 1864.

Simpozionul va marca acest eveniment prin trecerea în revistă a dezvoltării metrologiei românești în acești 130 ani, dar mai ales prin evidențierea stadiului actual și tendințelor de dezvoltare în anii următori, în contextul schimbărilor tehnologice ce se înregistrează în întreaga lume.

Simpozionul va include sesiuni plenare, comunicări pe secții și sesiuni de afișe (poster).

Subiectele preferate, dar nu exclusive, sunt :

— etaloane de măsurare,
— metrologie industrială, interacțiunea metrologie-calitate,
— metrologie legală,
— teoria măsurării, principii și metode de măsurare, aplicații,
— aparate de măsurat,
— cooperarea internațională în metrologie.

Rezumatele comunicărilor propuse trebuie trimise secretariatului Simpozionului până la data de 15 decembrie 1993.

Informații se pot obține de la :

Institutul Național de Metrologie

Secretariatul Simpozionului Național de Metrologie

Șos. Vitan-Bîrzești 11, 75669 București

sau la telefoanele : 634.40.30 — 634.20.60 int. 106 sau 127.

Mijloace de măsurare din domeniile de interes public cărora li s-a acordat aprobare de model în anul 1992

1. În domeniul: MĂRIMI DE SPAȚIU ȘI TIMP

LUNGIME

1. *Rulete metalice cu lest* tip 414 cu aprobare de model nr. 497/92 pentru SC COMPETROL SA București, producător RICHTER Germania, valabilă până la 1.07.2002.

2. *Rulete metalice* tip 694 — cu aprobare de model nr. 496/92 pentru SC COMPETROL SA București, producător RICHTER Germania, valabilă până la 1.01.2002.

TIMP

1. *Echipament de măsurare a duratei convorbirilor telefonice interurbane* tip CCT-1 cu aprobare provizorie de model nr. 592/92 pentru SC SIAT SA București valabilă până la 30.07.1992 pentru 60 buc.

Caracteristici principale:
— eroare de bază ± 5%
— deservește 4 posturi operator a câte 8 linii fiecare

2. *Ceas de mână cu cuarț și afișaj analogic* cu aprobare de model nr. 513/92 pentru SC Mecanică Fină SA București, valabilă până la 01.04.2002.

3. *Contor de convorbire* tip RMGR — 2107 H.H cu aprobare provizorie de model nr. 508/92 pentru SC Mecanică Fină SA București, valabilă până la 31.05.1994 pentru 10.000 buc.

VITEZĂ LINEARĂ

1. *Instalație de măsurat viteza la locomotive și rame de metrou* cu aprobare de model 616/92 pentru SC Mecanică Fină București, valabilă până la 10.10.1994, pentru 500 buc.

Caracteristici principale:
— interval de măsurare 0...200 km/h
— clasa de exactitate 2,5

În domeniul: VOLUME

1. *Contor de gaz pentru uz casnic* tip J4 cu aprobarea provizorie de model nr. 514/92 pentru ROMGAZ S.A., fabricație DANDONG GAS METER — China, valabilă până la 31.05.1995

Caracteristici principale:
— debit max.: 6 m^3/h
— debit min.: 0,04 m^3/h
— erori tolerate: ± 3% pentru valori până la 2 × 0,4 m^3/h
± 2% pentru valori mai mari de 2 × 0,04 m^3/h

2. *Instalație etalon cu clopot pentru verificarea metrologică a contoarelor de gaz* cu aprobarea de model nr. 520/92 pentru S.C. Industrie mică și prestații Tg. Mureș, valabilă până la 31.06. 2002.

Caracteristici principale:
— capacitate clopot: 1 000 dm^3
— debit max.: 100 m^3/h
— presiunea sub clopot: 160 mm H_2O
— eroare: ± 1% din vol. max.

3. *Ansamblu de măsurare a debitului de gaze naturale* tip FQ 180 cu aprobare de model provizorie nr. 649/92 pentru PROCESS SYSTEM ENGINEERING — Franța valabilă până la 31.03.1994.

4. *Contor de gaz pentru uz casnic* tip J4 cu aprobare provizorie de model nr. 668/92 pentru AMC INTERNATIONAL — București, fabricație GAZ METER FACTORY DAN-DONG China, valabilă până la 31.12.1994.

Caracteristici principale
— debit max.: 6 m^3/h
— debit min.: 0,04 m^3/h
— eroarea tolerată: ± 2% pt. valori mai mari de 2 × 0,04 m^3/h
± 3% pentru valori mai mici de 2 ×0,04m^3/h

5. *Contor de gaz pentru uz casnic* tip U_3 cu aprobare provizorie de model nr. 667/92 pentru firma AMC INTERNATIONAL București, fabricație AUTOMATIC INSTRUMENT FACTORY TIAN-JIN-China, valabilă până la 31.12.1994.

6. *Contor de apă rece cu mecanism umed* D_n 20 cu aprobare de model nr. 492/92 pentru SC PRECIZIA SA București, valabilă până la 31.12.2002

Caracteristici principale:
— debit nominal: 2,5 m^3/h
— clasă metrologică: *B*

7. *Contor cu roți ovale dințate* — CRO D_n 80 Bz cu aprobare provizorie de model nr. 521/92 pentru SC MECANICĂ FINĂ SA, valabilă până la 30.06.1996

Caracteristici principale:
— debit max.: 1200 dm^3/min
— debit min.: 180 dm^3/min
— eroare tolerată: ± 1%

8. *Contor cu roți ovale dințate* CRO D_n 50 Inox cu aprobare provizorie de model nr. 522/92 pentru SC MECANICA FINA SA, valabilă până la 30.06.1994

Caracteristici principale :
— debit max. : 300 dm^3/min
— debit min. : 45 dm^3/min
— eroare tolerată : $\pm$ 1 %

9. *Contor de apă rece cu mecanism uscat și acționare cu jet multiplu* tip OPTIMA D_n 50 ; D_n 80 ; D_n 100 și D_n 150 mm, cu aprobare provizorie de model nr. 533/92 și aprobare de model 572/92 pentru SC TRANS TUR LOTUS V.Z. SRL Oradea, de fabricație MOM SA Ungaria, valabilă până la 31.12.1992 și respectiv 31.08.2002.

Caracteristici principale :
— debit nominal : 15 m^3/h pentru D_n 50
25 m^3/h pentru D_n 80
35 m^3/h pentru D_n 100
75 m^3/h pentru D_n 150
— clasă metrologică : *B*

10. *Contor de apă rece* tip S — 1/2" și acționare monojet cu aprobare provizorie de model nr. 534/92 pentru ADMIROM SA București, fabricație ARAD Ltd Dalia-Israel, valabilă până la 31.12.1992.

Caracteristici principale :
— debit nominal : 1,5 m^3/h
— clasă metrologică : *B*

11. *Contor de apă rece* tip M multijet cu aprobare provizorie de model nr. 536/92 pentru SC ADMIROM SA București, fabricație ARAD Ltd Dalia — Israel, valabilă până la 31.12.1992.

Caracteristici principale :
— diametru : 1/2" ... 1.1/2"
— debit nominal : 2,5 ... 10 m^3/h
— clasă metrologică : *B*
— cu transmisie magnetică

12. *Contor de apă rece* tip WT turbo cu aprobare provizorie de model nr. 538/92 pentru SC ADMIROM SA București, fabricație ARAD Ltd Dalia — Israel, valabilă până la 31.12.1992.

Caracteristici principale :
— diametru : 2"...8"
— debit nominal : 40...450 m^3/h
— clasă metrologică : *B*
— cu dublă transmisie magnetică

13. *Contor de apă rece* tip WMC Woltman cu aprobare provizorie de model nr.539/92 pentru SC ADMIROM SA București, fabricație ARAD Ltd Dalia-Israel, valabilă până la 31.12.1992

Caracteristici principale :
— diametru : 2"...8"
— debit nominal : 15...365 m^3/h
— clasă metrologică : *B*
— cu transmisie magnetică

14. *Contor de apă rece* tip WMI, Woltman cu aprobare provizorie de model nr. 541/92 pentru S. C. ADMIROM S.A. — București, fabricație ARAD Ltd Dalia — Israel, valabilă până la 31.12.1992

Caracteristici principale :
— diametru : 10" ... 12"
— debit nominal : 540 și 720 m^3/h
— clasă metrologică : *B*
— cu transmisie magnetică

15. *Contor de apă rece cu mecanism uscat, monojet tip* ETK, cu aprobare provizorie de model nr. 543/92, fabricație ZENNER Wasseerzahllerfabrik GmbH — Germania, valabilă până la 31.12.1992.

Caracteristici principale :
— debit nominal : 1,5 și 2,5 m^3/h
— diametru nominal : 20 mm
— clasă metrologică : *A*

16. *Contor de apă rece cu mecanism uscat, monojet* tip PRIMOM (7710) cu aprobare provizorie de model nr. 573/92 pentru SC.. TRAN--TUR-LOTUS V&Z SRL — Oradea, fabricație MOM S.A. — Ungaria, valabilă până la 31.03.1993

Caracteristici principale :
— diametru nominal : 13 mm
— debit nominal : 1,5 m^3/h
— clasa metrologică : *B* pentru poziția de montare orizontală ;
A pentru poziția de montare verticală

17. *Contor pentru apă rece cu mecanism umed, multijet* tip OPTIMA SUPER PLUS, cu aprobare provizorie de model nr. 575/92 pentru S.C. TRANS-TUR-LOTUS V&Z SRL — Oradea, fabricație MOM — Ungaria, valabilă până la 31.03.1993.

Caracteristici principale :
— diametru nominal : 13 mm (7708) ; 20mm (7709)
— debit nominal : 1,5 m^3/h (7708) ; 2,5 m^3/h (7709)
— clasa metrologică : *B*
— poziție de montaj : orizontal (*H*)

18. *Contor de apă rece cu mecanism uscat, monojet* tip ETK și UETK cu aprobare provizorie de model nr. 577/92 pentru ZENNER Wassezahlerfabrik GmbH Germania valabilă până la 31.03.1993

Caracteristici principale :
— debit nominal : 1,5 m^3/h și 2,5 m^3/h
— diametru nominal : 20 mm
— clasa metrologică : *A*
— poziția de montaj : orizontal (*H*) și vertical (*V*)

19. *Contor de apă rece cu mecanism uscat, multijet* tip MTK cu aprobarea provizorie de model nr. 578/92 pentru ZENNER Wasserzahlerfabrik GmbH — Germania valabilă până la 31.03.1993.

Caracteristici principale :
— debit nominal : 2,5 m^3/h și 6 m^3/h

— diametru nominal : 20 mm la debit nominal de 2,5 m^3/h
25 mm la debit nominal 6 m^3/h
— clasa metrologică : *B*
— poziția de montare : orizontală

20. *Contor de apă rece cu mecanism umed, multijet* tip MNK cu aprobare provizorie de model nr. 579/92 pentru K.A. ZENNER Wasserzahlerfabrik GmbH — Germania, valabilă până la 31.03.1993.
Caracteristici principale :
— debit nominal : 1,5 m^3/h ... 15 m^3/h
— diametru nominal : 20 mm și 40 mm
— clasa metrologică : *B*
— poziția de montaj : orizontală

21. *Contor de apă rece Woltman* tip WS cu aprobare provizorie de model nr. 581/92 pentru K.A. ZENNER Wasserzahlerfabrik GmbH — Germania, valabilă până la 31.03.1993
Caracteristici principale :
— debit nominal : 15 m^3/h ... 40 m^3/h
— diametru nominal : 50 mm ... 80 mm
— clasa metrologică : *A* pentru tipul WS 50
B pentru tipul WS 65 și WS 80
— poziție de montaj : orizontal (*H*)

22. *Contor de apă rece Woltman* tip WP cu aprobare provizorie de model 582/92 pentru K.A. ZENNER Wasserzahlefabrik GmbH Germania, valabilă până la 31.03.1993
Caracteristici principale :
— debit nominal : 15 ... 25 m^3/h
— diametru nominal : 50 ... 200 mm
— clasa metrologică : *A* pentru WP 50
B penru WP 65 200
— poziție de montaj : orizontal (*H*) și vertical (*V*)

23. *Contor de apă rece Woltman* tip WPH cu aprobare provizorie de model 583/92 pentru K.A. ZENNER Wasserzahlerfabrik GmbH — Germania, valabilă până la 31.03.1993
Caracteristici principale :
— debit nominal 15 ... 400 m^3/h
— diametru nominal : 50 ... 250 mm
— clasa metrologică : *A* pentru WPH 50
B pentru WPH 65 250
— poziție de montaj : orizontal (*H*) și vertical (*V*)

24. *Contor de apă rece de apartament cu mecanism uscat, monojet* tip USF cu aprobare provizorie de model nr. 585/92, pentru ELIN Wasserwerlastechnik GmbH — Austria, valabilă până la 31.03.93.
Caracteristici principale :
— debit nominal : 1,5 m^3/h
— diametru nominal : 15 mm
— clasa metrologică : *B* pentru poziție orizontală (*H*)
A pentru poziție verticală (*V*)

25. *Contor de apă rece pentru consum casnic, cu mecanism umed, multijet* tip RG cu aprobare provizorie de model nr. 586/92 pentru ELIN Wasserwerkstechnik — Austria, valabilă până la 31.03.1993.
Caracteristici principale :
— debit nominal : 1,5 ; 2,5 ; 10 ; 15 m^3/h
— clasă metrologică : *B* pentru poziție de montaj orizontală (*H*)

26. *Contor de apă rece Woltman cu ax vertical* tip WS-CS cu aprobare provizorie de model nr. 588/92 pentru EDIN Wasserweskstechnik GmbH — Austria.
Caracteristici principale :
— debit nominal : 15 ; 25 ; 40 ; 60 și 150 m^3/h
— diametru nominal : 50 ; 65 ; 80 ; 100 ; 150 mm
— clasa metrologică : *B*
— poziția de montaj : orizontal

27. *Contor de apă rece Woltman cu ax orizontal* tip WP-Cp cu aprobare provizorie de model nr. 589/92 pentru ELIN Wasserweskstecnik GmbH — Austria.
Caracteristici principale :
— debit nominal : 15 m^3/h
— diametru nominal : 50 mm
— clasa metrologică : *A*
— poziția de montaj : orizontal *H*

28. *Contor de apă rece* tip WEG 50 cu aprobare provizorie de model nr. 607/92 pentru Regia generală de apă — București, producător FLONIC SCHLUMBERGER — Franța, valabilă până la 31.12.1992.
Caracteristici principale :
— debit nominal : 25 m^3/h
— diametru nominal : 50 mm
— clasa metrologică : *B*
— poziție de funcționare : oricare

29. *Contor de apă rece* tip WEG 100 cu aprobare provizorie de model nr. 608/92 pentru Regia generală de apă — București, producător FLONIC SCHLUMBERGER — Franța, valabilă până la 31.12.92.
Caracteristici principale :
— debit nominal : 100 m^3/h
— diametru nominal : 100 mm
— clasa metrologică : *B*
— poziția de funcționare : orizontală

30. *Contor de apă rece* tip WEG 150 cu aprobare provizorie de model nr. 609/1992 pentru Regia generală de apă — București, producător FLONIC SCHLUMBERGER — Franța, valabilă până la 31.12.1992.
Caracteristici principale :
— debit nominal : 250 m^3/h
— diametru nominal : 150 mm

— clasa metrologică : *B*
— poziția de funcționare : oricare

31. *Contor de apă rece* tip WEG 200 cu aprobare provizorie de model nr. 610/92 pentru Regia generală de apă — București, producător FLONIC SCHLUMBERGER — Franța, valabilă până la 31.12.1992.
Caracteristici principale :
— debit nominal : 400 m^3/h
— diametru nominal : 200 mm
— clasa metrologică : *B*
— poziția de funcționare : oricare

32. *Contor de apă rece* tip DS 78 TBR cu aprobare provizorie de model nr. 614/92 pentru SAFAR S.A. — București producător MADDALENA SRL — Italia, valabilă până la 30.06. 1993.
Caracteristici principale :
— debit nominal : 1,5 ... 15 m^3/h
— clasa metrologică : *B*
— culoare : albastră

33. *Contor de apă rece* tip WMAC-Woltman cu aprobare provizorie de model nr. 615/92 pentru S.C. SAFAR S.A. — București, producător MADDALENA SRL — Italia valabilă până la 30.06.1993.
Caracteristici principale :
— debit nominal : 10 ... 750 m^3/h
— clasa metrologică : *B*
— culoare : albastră

34. *Contor de apă rece* tip WHR cu aprobare provizorie de model nr. 629/92 pentru S.C. PRECIZIA S.A. — București, valabilă până la 31.03.1993.
Caracteristici principale :
— debit nominal : 15 ... 100 m^3/h
— diametru nominal : 50 ... 125 mm
— clasa metrologică : *B*
— culoare : albastră

35. *Contor de apă rece* tip S monojet cu aprobare provizorie de model nr. 640/92 pentru ADMIROM S.A. București, producător ARAD Ltd DALIA — Israel, valabilă până la 31.12. 2002.
Caracteristici principale :
— debit nominal : 1,5 m^3/h
— diametru nominal : 1/2″
— transmisie magnetică

36. *Contor de apă rece* tip M multijet cu aprobare provizorie de model nr. 642/92 pentru ADMIROM S.A. — București, producător ARAD Ltd DALIA — Israel, valabilă până la 31.12. 2002.
Caracteristici principale :
— debit nominal : 2,5 ... 10 m^3/h
— diametru nominal : 1/2″ ... 1. 1/2″
— transmisie magnetică

37. *Contor de apă rece* tip WT turbo cu aprobare de model nr. 644/92 pentru ADMIROM S.A. — București, fabricație ARAD Ltd. DALIA Israel, valabilă până la 31.12.2002.
Caracteristici principale :
— debit nominal 40 ... 450 m^3/h
— diametru nominal : 2″ ... 8″
— cu dublă transmisie magnetică

38. *Contor de apă rece* tip WMC, Woltman cu aprobare de model nr. 645/92 pentru ADMIROM S.A. — București, fabricație ARAD Ltd DALIA — Israel, valabilă până la 31.12.2002.
Caracteristici principale :
— debit nominal 15 ... 365 m^3/h
— diametru nominal : 2″ ... 8″
— transmisie magnetică

39. *Contor de apă rece* tip WMI, Woltman cu aprobare de model nr. 647/92 pentru ADMIROM S.A. — București produse de ARAD Ltd DALIA — Israel, valabilă până la 31.12.2002.
Caracteristici principale :
— debit nominal : 540 ... 720 m^3/h
— diametru nominal : 10″ și 12″
— transmisie magnetică

40. *Contor de apă potabilă* D_n 20 cu aprobare de model nr. 665/92 pentru S.C. VICTORIA S.A. Arad, valabilă până la 31.12.2002.
Caracteristici principale :
— debit nominal : 2,5 m^3/h
— diametru nominal : 20 mm

41. *Contor de apă rece* tip WPH-HM cu elice Woltman cu ax orizontal cu aprobare de model nr. 669/92, pentru Regia Autonomă Apă Canal-Satu Mare, producător BOPP REUTHER — Germania.
Caracteristici principale :
— debit nominal : 250 m^3/h
— diametru nominal 200 mm

42. *Instalație etalon pentru verificarea contoarelor de viteză (apometre) cu o cameră de măsurare* cu aprobare de model nr. 666/92 pentru S.C. VICTORIA S.A. — Arad, valabilă până la 31.12.2002.
Caracteristici principale :
— pentru contoare până la diametru nominal de 40 mm

43. *Contor de apă caldă* tip SH monojet cu aprobare provizorie de model nr, 535/92 pentru ADMIROM S.A. — București, producător ARAD Ltd DALIA Israel, valabilă până la 31.12.1992.
Caracteristici principale :
— debit nominal : 1,5 m^3/h
— diametru nominal : 1/2″

44. *Contor de apă caldă* tip MH multijet cu aprobare provizorie de model nr. 537/92 pentru ADMIROM S.A. București, producător ARAD Ltd DALIA — Israel, valabilă până la 31.12. 1992.
Caracteristici principale :
— debit nominal : 2,5 ... 10 m^3/h

— diametru nominal : 1/2" ... 1.1/2"
— transmisie magnetică

45. *Contor de apă caldă* tip WMC-H, Woltman cu aprobare de model nr. 540/92 pentru ADMIROM S.A. București, producător, ARAD Ltd DALIA — Israel, valabilă până la 31.12. 1992.

Caracteristici principale :
— debit nominal : 15 ... 365 m³/h
— diametru nominal : 2" ... 8"
— transmisie magnetică

46. *Contor pentru apă caldă și mecanism uscat, monojet* tip EIW, cu aprobare de model nr. 542/92 pentru ZENNER Wasserzahlerfabrik GmbH — Germania, valabilă până la 31.12. 1992.

Caracteristici principale :
— diametru nominal : 15 mm
— clasa metrologică : *B*
— poziție de montaj : orizontal (*H*)

47. *Contor pentru apă caldă cu mecanism uscat și monojet*, tip PRIMOM (7715) cu aprobare de model nr. 574/92 pentru S.C. TRANSTUR-LOTUS V&Z SRL — Oradea, producător MOM S.A. — Ungaria, valabilă până la 31.03.1993.

Caracteristici principale :
— debit nominal : 1,5 m³/h
— temperatura maximă a apei 90°C
— clasa metrologică : *B* pentru poziție orizontală (*H*)
A pentru poziție verticală (*V*)

48. *Contor de apă caldă cu mecanism uscat, monojet*, tip ETW și UETW cu aprobare de model nr. 576/92 pentru ZENNER Wasserzahlerfabrik — Germania, valabilă până la 31.03. 1993.

Caracteristici principale :
— debit nominal : 1,5 m³/h și 2,5 m³/h
— temperatura maximă a apei 90°C
— clasa metrologică *A* pentru poziția de montaj verticală (*V*)
B pentru poziția de montaj orizontală (*H*)

49. *Contor pentru apă caldă cu mecanism uscat multijet* tip MTW cu aprobare provizorie de model nr. 580/92 pentru ZENNER Wasserzahlerfabrik GmbH — Germania, valabilă până la 31.03.1992.

Caracteristici principale :
— debit nominal : 1,5 ... 6 m³/h
— temperatura maximă a apei : 90°C
— clasa metrologică : *B*
— poziția de montaj : orizontală (*H*)

50. *Contor pentru apă caldă de apartament cu mecanism uscat, monojet*, tip USC cu aprobare provizorie de model nr. 584/92 pentru ELIN Wasserwerkstechnik GmbH — Austria, valabilă până la 31.03.1992.

Caracteristici principale :
— debit nominal : 1,5 m³/h
— diametru nominal : 15 mm
— clasa metrologică : *A* pentru poziția verticală (*V*)
B pentru poziția orizontal (*H*)
— temperatura maximă a apei : 90°C

51. *Contor de apă caldă cu mecanism uscat, multijet*, tip MW și MW-EN cu aprobare de model nr. 587/92 pentru ELIN Wasserwerkestechnik GmbH — Austria, valabilă până la 31.03.1993

Caracteristici principale :
— debit nominal : 1,5 ; 2,5 ; 6 ; 10 ; 15 m³/h
— temperatura maximă a apei 90°C
— clasa metrologică : *B*
— poziție de montaj : orizontală

52. *Contor de apă caldă Woltman cu ax orizontal* tip WP-CP și WP-CP-EN cu aprobare provizorie de model nr. 590/92 pentru ELIN Wasserwerketechik GmbH — Austria valabilă până la 31.03.1993.

Caracteristici principale :
— debit nominal : 15 m³/h
— diametru nominal : 50 mm
— temperatura maximă a apei 130°C
— clasa metrologică : *A*
— poziție de montaj : orizontală (*H*)

53. *Contor de apă caldă* tip WHC cu aprobare provizorie de model nr. 630/1993 pentru S.C. PRECIZIA S.A. — București, valabilă până la 31.03.1993.

Caracteristici principale :
— debit nominal : 15 ... 100 m³/h
— diametru nominal : 50 ... 125 mm
— culoarea corpului : roșie
— clasa metrologică : *A*
— poziție de montaj : orizontal (*H*)

54. *Contor de apă caldă* tip SH monojet cu aprobare de model nr. 641/92 pentru ADMIROM S.A. — București, producător ARAD Ltd DALIA — Israel, valabilă până la 31.12.2002.

Caracteristici principale :
— debit nominal : 1,5 m³/h
— diametru nominal : 1/2"
— cu transmisie magnetică

55. *Contor de apă caldă* tip MH multijet cu aprobare de model nr. 643/92 pentru ADMIROM S.A. — București, producător ARAD Ltd DALIA — Israel, valabilă până la 31.12.2002.

Caracteristici principale :
— debit nominal : 2,5 ... 10 m³/h
— diametru nominal : 1/2" ... 1 1/2"
— transmisie magnetică

56. *Contor de apă caldă* tip WMC-H, Woltman cu aprobare de model nr. 646/92 pentru ADMIROM S.A. —București, producător ARAD

Ltd DALIA – Israel, valabilă până la 31.12. 2002.

Caracteristici principale :
— debit nominal : 15 ... 365 m^3/h
— diametru nominal : 2" ... 8"
— transmisie magnetică

57. *Contor de apă caldă și rece* tip CD 74 TBR cu aprobare provizorie de model nr. 611/92 pentru SAFAR S.A. București, producător MADDALENA S.R.L. — Italia, valabilă până la 30.06.1993.

Caracteristici principale :
— apă rece : culoare albastră
— apă caldă : culoare roșie
— debit nominal : 1,5 ... 5 m^3/h
— temperatura de lucru înscrisă pe cadran
— clasa metrologică : *B*

58. *Contor de apă caldă și rece* tip CD 74 TRP cu aprobare provizorie de model nr. 612/92 pentru SAFAR S.A. București, producător MADDALENA S.R.L. — Italia, valabilă până la 30.06.1993.

Caracteristici principale :
— apă rece : culoare albastră
— apă caldă : culoare roșie
— debit nominal : 1,5 ... 6 m^3/h
— temperatura : înscrisă pe cadran
— clasa metrologică : *B*

59. *Contor de apă caldă și rece* tip DS 78 TRP cu aprobare provizorie de model nr. 613/92 pentru SAFAR S.A. București, producător MADDALENA SRL — Italia, valabilă până la 30.06.1993.

Caracteristici principale :
— apă rece : culoare albastră
— apă caldă : culoare roșie
— temperatura de lucru : înscrisă pe cadran
— debit nominal : 1,5 ... 15 m^3/h
— clasa metrologică : *B*

60. *Pahare din sticlă incoloră și transparentă de formă tronconică*, cu aprobare de model nr. 526/92 pentru KB MARKET SRL valabilă până la 15.06.2002.

Caracteristici principale :
— volume nominale : 50 ; 100 ; 200 ml
— erori tolerate : ± 3 ; ± 4 ; ± 5 ml

61. *Măsuri de volum folosite la măsurarea materiilor uscate* cu aprobare de model nr. 557/92 pentru S.C. MECAF SRL valabilă până la 31.07.2002.

62. *Aparat pentru alimentat autovehicule* cu aprobare de model nr. 571/92 pentru S.C. COMPETROL S.A. fabricat de TOKHEIM — USA valabilă până la 31.08.2002.

Caracteristici principale :
— debit maxim : 50 dm^3/min
— debit minim : 5 dm^3/min
— eroare tolerată : ± 0,5%
— livrare minimă : 2 dm^3

63. *Aparat pentru determinarea consumului de combustibil la motoarele cu ardere internă ale autovehiculelor* tip AF3/EUF 80 m cu aprobare de model nr. 618/92 pentru ROMATEST S.A. București, producător Fovarosi Finsmmechanical Vallalat — Ungaria, valabilă până la 30.11.2002.

Caracteristici principale :
— volum maxim măsurat : 99,99 dm^3
— volum ciclic : 10 cm^3
— eroare tolerată maximă : ± 0,5%

64. *Pompă pentru distribuit carburant* tip DCE 1 cu aprobare de model nr. 633/92 pentru UZTEL S.A. Ploiești valabilă până la 30.11. 2002.

Caracteristici principale :
— debit maxim : 50 dm^3/min
— debit minim : 5 dm^3/min
— livrare minimă : 5 dm^3

65. *Echipament pentru supravegherea distribuției produselor petroliere* tip SELF 101 cu aprobare de model nr. 664/92 pentru FEA S.A. București valabilă până la 31.12.2002.

În domeniul : MĂRIMI MECANICE

MASA

1. *Balanță electronică cu afișarea prețului* tip DS—430 cu aprobare provizorie de model nr. 424—1/1992, pentru S.C. FEPER S.A. București, producător DIGI — Singapore valabilă până la 01.01.1994 pentru 2.000 buc.

Caracteristici principale :
— limita max. de cântărire : 15 kg și 6 kg
— limita min. de cântărire : 40 g
— valoarea diviziunii : 2 g pentru limita max. de 6 kg
5 g pentru limita max. de 15 kg

2. *Balanță electronică „ANGEL"* tip 15M-HU cu aprobare de model provizorie nr. 447/1992 pentru I.I.R.U.C. Cluj-Napoca, producător CAS-COMPUTING SCALE — Republica Coreea, valabilă pentru import 3 000 buc.

Caracteristici principale :
— limita max. de cântărire : 15 kg
— limita min. de cântărire : 100 g
— valoarea diviziunii : 5 g

3. *Balanță electronică „ANGEL"* tip 15M-HU cu aprobare de model provizorie nr. 450/92 pentru S.C. MATHEUS-COMEXIM SRL Oradea, producător CAS-COMPUTING SCALE — Republica Coreea, valabilă pentru import 3 000 buc.

Caracteristici principale :
— limita max. de cântărire : 15 kg
— limita min. de cântărire : 100 g
— valoarea diviziunii : 5 g

4. *Balanță electrică cu afișarea prețului* tip SC—15P cu aprobare de model nr. 460/92 pentru ARI ELECTRONICS INVESTMENT SRL — București, producător SHANG-CHUEN Co LTD — Republica Coreea, valabilă până la 01.03.2002.

Caracteristici principale :
— limita max. de cântărire : 15 kg
— limita min. de cântărire : 100 g
— valoarea diviziunii : 5 g

5. *Balanță electronică cu afișarea prețului* tip R-210 cu aprobarea de model nr. 464/1992 producător și solicitant YAMATO—Japonia — filiala Ungaria, valabilă până la 01.01.1996.

Caracteristici principale :
— limita max. de cântărire : 10 kg
— limita min. de cântărire : 100 g
— valoarea diviziunii : 5 g

6. *Balanță electronică cu afișarea prețului* tip „ANGEL" 15 MX, cu aprobarea de model nr. 485/92 pentru XEROX COPY-SERVICE Arad, producător CAS-COMPUTING SCALE — Republica Coreea, valabilă până la 01.01.1994 pentru 200 buc.

Caracteristici principale :
— limita max. de cântărire : 15 kg
— limita min. de cântărire : 100 g
— valoarea diviziunii : 5 g

7. *Balanță electronică cu afișarea prețului* tip ESP-10 cu aprobarea provizorie de model nr. 489/92 pentru Agenția de Comerț și Comunicații București, producător TAIWAN, valabilă până la 01.01.1995.

Caracteristici principale :
— limita max. de cântărire : 10 kg
— limita min. de cântărire : 200 g
— valoarea diviziunii : 10 g

8. *Balanță electronică cu afișarea prețului* tip ESP-20 cu aprobarea provizorie de model nr. 490/92 pentru S.C. I.A.V. Ex-Cluj Napoca, producător TAIWAN, valabilă până la 01 01. 1995.

Caracteristici principale :
— limita max. de cântărire : 20 kg
— limita min. de cântărire : 200 kg
— valoarea diviziunii : 20 g

9. *Balanță electronică cu afișarea prețului* tip 581 cu aprobarea provizorie de model nr. 491/92 pentru DANIRA TRADING SRL — București, producător SCHENIBER BERKEL — Austria, valabilă până la 01.01.1994.

Caracteristici principale :
— limita max. de cântărire : 15 kg
— limita min de cântărire : 100 g
— valoarea diviziunii : 5 g

10. *Balanță electronică cu afișarea prețului* tip NOVA—60 cu aprobarea provizorie de model nr.493/1/92 pentru firma ISYS București, producător ISHIDA SCALES Republica Coreea, valabilă până la 01.01.1996

Caracteristici principale :
— limita max. de cântărire : 6 kg
— limita min. de cântărire : 40 g
— valoarea diviziunii : 2 g

11. *Balanță electronică cu afișarea prețului* tip NOVA—150 cu aprobarea provizorie de model nr. 493/2/92, pentru firma ISYS București producător ISHIDA SCALES Republica Coreea, valabilă până la 01.01.1995.

Caracteristici principale :
— limita max. de cântărire : 15 kg
— limita min. de cântărire : 100 g
— valoarea diviziunii : 5 g

12. *Balanță electronică cu afișarea prețului* tip NOVA—60 cu aprobarea provizorie de model 495/1/92, pentru firma TORNADO SRL București, producător ISHIDA SCALES — Republica Coreea, valabilă până la 01.01.1995.

Caracteristici principale :
— limita max. de cântărire : 6 kg
— limita min. de cântărire : 40 g
— valoarea diviziunii : 2 g

13. *Balanță electronică cu afișarea prețului* tip NOVA 150 cu aprobarea provizorie de model nr. 495/2/92, pentru firma TORNADO SRL București, producător ISHIDA SCALES — Republica Coreea, valabilă până la 01.01. 1995.

Caracteristici principale :
— limita max. de cântărire : 15 kg
— limita min. de cântărire : 100 g
— valoarea diviziunii : 5 g

14. *Balanță electronică cu afișarea prețului* tip J617 cu aprobare provizorie de model nr. 500/92 pentru firma TOP EDGE ENGINEERING SRL — Craiova, producător TESTUT Franța, valabilă până la 01.01.1994.

Caracteristici principale :
— limita max. de cântărire : 15 kg
— limita min de cântărire : 100 g
— valoarea diviziunii : 5 g

15. *Balanță electronică cu afișarea prețului* tip PRO 6000 — PRO 7500; PRO 9000 cu aprobare provizorie de model nr. 501/1/92 pentru firma ROMANIAN BUSINESS CONSULT SRL București, producător BIZERBA WERKE KRAUT GMBH — Germania valabilă pentru 6000 buc/an până în 1996.

Caracteristici principale :
— limita max. de cântărire : 15 kg
— limita min. de cântărire : 40 g
— valoarea diviziunii : 2 g

16. *Balanță electronică cu afișarea prețului* tip NEP cu aprobarea provizorie de model nr. 502/92 pentru forma THE AGENCY OF COMMERCE AND COMMUNICATION București, producător UNIVERSAL WEIGHT ENTERPRISE Co LTD — Taiwan, valabilă pentru 5000 buc până în 1996.

Caracteristici principale :
— limita max. de cântărire : 15 kg

— limita min. de cântărire : 100 g
— valoarea diviziunii : 5 g

17. *Balanță electronică cu afișarea prețului* tip DS—381 cu aprobare provizorie de model nr. 443/1/92 pentru S.C. FEPER S.A. — București, producător DIGI-TWS — Singapore, valabilă până la 01.01.1994.

Caracteristici principale :
— limita max. de cântărire : 15 kg
— limita min. de cântărire : 40 g pe intervalul 0 . . . 6 kg
100 g pe intervalul 6 . . . 15 kg
— valoarea diviziunii : 2 g pentru intervalul 0 . . . 6 kg
5 g pentru intervalul 6 . . . 15 kg

18. *Balanță electronică cu afișarea prețului* tip ANGEL 15 M, cu aprobarea provizorie de model nr. 523/92, pentru S.C. APOLLODOR SEV SRL Turnu Severin, producător ELECTRONICA SMEDERVO—YUGOSLAVIA, valabilă pentru 1 buc.

Caracteristici principale :
— limita max. de cântărire : 15 kg
— limita min. de cântărire : 100 g
— valoarea diviziunii : 5 g

19. *Balanță electronică cu afișarea prețului* tip P180 cu aprobarea provizorie de model nr. 545/92 pentru firma ROMANIAN TRADE PROMOTION SA București, producător BOLET — ISRAEL, valabilă până a 01.06.1994

Caracteristici principale :
— limita max. de cântărire : 20 kg
— limita min. de cântărire : 40 g
— valoarea diviziunii : 2 g pe intervalul 0 . . .2 kg
5 g pe intervalul 2 . . .20 kg

20. *Balanță electronică cu afișarea prețului* tip ANGEL 30EX cu aprobarea provizorie de model nr. 546/92 pentru firma DINMAR SRL București, producător CAS — COMPUTING SCALE Republica Coreea, valabilă până la 01.01.1995.

Caracteristici principale :
— limita max. de cântărire : 30 kg
— limita min. de cântărire : 200 g
— valoarea diviziunii : 10 g

21. *Balanță electronică cu afișarea prețului* tip GF 15 cu aprobarea provizorie de model nr. 551/92 pentru S.C. FEPA S.A. Bârlad, producător SALES&DEMANDS Taiwan, valabilă până la 01.06.1994.

Caracteristici principale :
— limita max. de cântărire : 15 kg
— limita min. de cântărire : 100 g
— valoarea diviziunii : 5 g

22. *Balanță electronică cu afișarea prețului* tip ANGEL 15M cu aprobarea provizorie de model nr. 559/92 pentru firma ROMORTEHNICA SRL, producător CAS COMPUTING SCALE — Republica Coreea, valabilă până la 01.06.1995

Caracteristici principale :
— limita max. de cântărire : 15 kg
— limita min. de cântărire : 100 g
— valoarea diviziunii : 5 g

23. *Balanță electronică cu afișarea prețului* tip ANGEL 15M cu aprobarea provizorie de model nr. 594/92, pentru firma DINMAR București, producător CAS COMPUTING SCALE — Republica Coreea, valabilă până la 01.01.95

Caracteristici principale :
— limita max. de cântărire : 15 kg
— limita min. de cântărire : 100 g
— valoarea diviziunii : 5 g

24. *Balanță electronică cu afișarea prețului* tip METTLER cu aprobare de model 600/92 pentru firma GOLDEN STAR — București, producător CAPRICORN LTD — Elveția, valabilă până la 01.01.2002, pentru 2 buc.

Caracteristici principale :
— limita max. de cântărire : 200 g
— limita min. de cântărire : 0,2 g
— valoarea diviziunii : 0,01 g

25. *Balanță electronică cu afișarea prețului* tip SNOWREX KP—80 cu aprobarea provizorie de model nr. 515/92, pentru ICE FELIX COMPUTER SA București, producător SNOWREX INTERNATIONAL Co LTD — Taiwan, valabilă până la 31.08.1992

Caracteristici principale :
— limita max. de cântărire : 30 kg
— limita min. de cântărire : 200 g
— valoarea diviziunii : 10 g

26. *Balanță electronică cu afișarea prețului* tip TANITA seria nr. 1478 (1 buc) cu aprobarea de model nr. 601/92 pentru firma ELEGANCE PROIECT București producător TANITA — Japonia, valabil până la data de 01.01.2002.

Caracteristici principale :
— limita max. de cântărire : 10 g
— limita min. de cântărire : 0,2 g
— valoarea diviziunii : 0,01 g

27. *Balanță electronică cu afișarea prețului* tip METTLER PJ400 cu aprobarea de model nr. 599/92 pentru firma GOLDEN FALCON SRL — Elveția, valabilă până la 01.01.2002 — pentru 3 buc.

Caracteristici principale :
— limita max. de cântărire : 36 g
— limita min. de cântărire : 0,2 g
— valoarea diviziunii : 0,01 g

28. *Balanță electronică cu afișarea prețului* tip ANGEL 15 MX cu aprobarea provizorie de model nr. 569/92 pentru S.C. AUTOMATICA SA București, producător CAS COMPUTING

SCALE — Republica Coreea, valabilă până la 15.06.1993.

Caracteristici principale :
— limita max. de cântărire : 15 kg
— limita min. de cântărire : 100 g
— valoarea diviziunii : 5 g

29. *Balanță electronică cu afișarea prețului* tip HS-M 7000 P cu aprobarea provizorie de model nr. 627/92 pentru S.C. Balanța SA Sibiu — producător HANA INSTRUMENTS Co LTD — Republica Coreea, valabilă până la 31.01.1993.

Caracteristici principale :
— limita max. de cântărire : 15 kg
— limita min. de cântărire : 100 g
— valoarea diviziunii : 5 g

30. *Greutăți de lucru* clasă 5 de 100 g ; 200 g ; 500 g ; 1 kg și 2 kg cu aprobare provizorie de model nr. 486/92 pentru SC METALCAR SA Sibiu, produse de aceeași societate METALCAR SA Sibiu, valabilă până la 30.12.1994.

31. *Balanță compusă cu taler tronconic* tip MB-G—001 cu aprobare provizorie de model nr. 498/92 pentru SC ELMET S.A. Cluj Napoca, valabilă pentru 5000 buc.

Caracteristici principale :
— limita max. de cântărire : 10 kg
— limita min. de cântărire : 0,250 kg
— valoarea diviziunii : 5 g

32. *Bascule electronice echipate cu dispozitiv de calcul și afișare a datelor* tip MCI și MCB de la 30 kg la 3000 kg cu aprobarea provizorie de model nr. 501/2/92 pentru ROMANIAN BUSINESS-CONSULT SRL București, producător BIZERBA WERKE KRAUT GmbH — Germania, valabilă până la 31.12.1996.

33. *Balanță semiautomată* cu aprobare provizorie de model nr. 503/92 pentru MONTEBAN-Baraolt, producător BERKEL — Germania, valabilă pentru 1 buc.

Caracteristici principale :
— limita max. de cântărire : 5 kg
— valoarea diviziunii : : 5 g

34. *Balanță semiautomată* cu aprobare provizorie de model nr. 504/92 pentru MONTEBAN-Baraolt, producător VICTORIA — Italia, valabilă pentru 1 buc.

Caracteristici principale :
— limita max. de cântărire : 15 kg
— valoarea diviziunii : 5 g

35. *Balanță semiautomată* cu aprobare provizorie de model nr. 506/92 pentru SC MILUD COMPROD SRL București, producător Republica Moldova, valabilă pentru 5 buc.

Caracteristici principale :
— limita max. de cântărire : 10 kg
— valoarea diviziunii : 5 g

36. *Balanță semiautomată* tip PH10T cu aprobare provizorie de model nr. 507/92 pentru GIMALEXM Co SRL București producător Republica Moldova, valabilă pentru 1 buc.

Caracteristici principale :
— limita max. de cântărire : 15 kg
— limita min. de cântărire : 100 g
— valoarea diviziunii : 5 g

37. *Balanță semiautomată mecanică* tip VC 10 cu aprobare provizorie de model nr. 524/92 pentru SC ZETA IMPEX LTD București, producător BALANS-LJASKOWETZ Bulgaria, valabilă pentru 2 buc.

Caracteristici principale :
— limita max. de cântărire : 10 kg
— limita min. de cântărire : 10 g
— valoarea diviziunii : 2 g

38. *Greutăți cilindrice de oțel* serie de 10 ; 5 ; 2 ; 1 ; 0,500 ; 0,200 ; 0,100 ; 0,050 ; 0,020 kg cu aprobarea provizorie de model nr. 550/92 pentru S.C. SEVAM SA — Drobeta Tr. Severin, valabilă până la 01.06.1994.

39. *Greutăți trunchi de piramidă* serie de 2 ; 1 ; 0,5 ; 0,2 ; 0,1 ; 0,05 kg cu aprobare provizorie de model nr. 561/92 pentru SC ARMATURA SA Cluj Napoca, valabilă până la 01.06.95.

40. *Platformă de cântărit semiautomată pentru vehicule rutiere* cu aprobarea de model nr. 593/92 pentru FLINTAB — Ploiești, valabilă până la 01.01.2002.

Caracteristici principale :
— limita max. de cântărire : 10 000 ... ... 60 000 kg
— limita min. de cântărire : 100 ... 400 kg
— valoarea diviziunii : 5 ... 20 kg

41. *Platformă de cântărire semiautomată pentru vagoane* cu aprobarea de model nr. 604/92 pentru FLINTAB — Ploiești, valabilă până la 01.01.2002

Caracteristici principale :
— limita max. de cântărire : 50 000 ... ... 200 000 kg
— limita min. de cântărire : 400 ... 1000 kg
— valoarea diviziunii 20 ... 50 kg

42. *Greutăți de lucru* seria de la 2 kg ... 20 g cu aprobare provizorie de model nr. 458/92 pentru SC ELMET — Cluj Napoca valabilă până la 31.12.1992 ; valori nominale 2 kg ; 1 kg. 500 g ; 100 g ; 50 g și 20 g

43. *Celule de sarcină cu tensorezistoare pentru măsurat mase* 10 kg ; 20 kg ; 100 kg ; tip CSM10 ; CSM 20 ; CSM 100, cu aprobare provizorie de model nr. 483/92 pentru ICPMF — Sibiu valabilă până la 15.05.1992.

PRESIUNE

1. *Aparat pentru măsurat presiunea arterială cu manometru cu mercur* tip AMPA—2 cu aprobare provizorie de model nr. 621/92 pentru SC AMIRO SA — București, valabilă până la 31.03.1993, pentru 1100 buc.

Caracteristici principale :
—interval de măsurare : 0 ... 200 mm Hg
—eroare tolerată : ± 3 mmHg

DEBIT

1. *Ansamblu de măsurare a debitului de gaze naturale* tip FQ 181 cu aprobare provizorie de model nr. 650/92 pentru PROCESS SYSTEM ENGINEERING Franţa, valabilă până la 31.03.1994.

2. *Ansamblu de măsurare a debitului de oxigent* tip FQ 182 cu aprobare de model nr. 651/92 pentru PROCESS SYSTEM ENGINEERING Franţa, valabilă până la 31.03.1994.

3. *Ansamblu de măsurare a debitului de abur supraîncălzit* tip FQ 183 cu aprobare provizorie de model nr. 652/92 pentru PROCESS SYSTEM ENGINEERING Franţa, valabilă până la 31.03.1994.

4. *Ansamblu de măsurare a debitului de abur supraîncălzit* tip FQ 184 cu aprobare provizorie de model nr. 653/92 pentru PROCESS SYSTEM ENGINEERING Franţa, valabilă până la 31.03.1994.

5. *Ansamblu de măsurare a debitului de abur supraîncălzit* tip FQ 185 cu aprobare provizorie de model nr. 654/92 pentru PROCESS SYSTEM ENGINEERING Franţa valabilă până la 31.03.1994.

6. *Ansamblu de măsurare a debitului de apă industrială* tip FQ 113 cu aprobare provizorie de model nr. 661/31.03.1994 pentru PROCESS SYSTEM ENGINEERING — Franţa, valabilă până la 31.03.1994.

7. *Ansamblu de măsurare a debitului de apă industrială* tip FQ 114 cu aprobare provizorie de model nr. 662/92 pentru PROCESS SYSTEM ENGINEERING — Franţa, valabilă până la 31.03.1994.

8. *Ansamblu de măsurare a debitului de apă caldă* tip FQ 186 cu aprobarea provizorie de model nr. 655/92 pentru PROCESS SYSTEM ENGINEERING Franţa, valabilă până la 31.03.1994.

9. *Ansamblu de măsurare a debitului de apă caldă* tip FQ 187 cu aprobare provizorie de model nr. 656/92 pentru PROCESS SYSTEM ENGINEERING Franţa, valabilă până la 31.03.1994.

10. *Ansamblu de măsurare a debitului de apă caldă* tip FQ 118 cu aprobare provizorie de model nr. 657/92 pentru PROCESS SYSTEM ENGINEERING Franţa, valabilă până la 31.03.1994.

11. *Ansamblu de măsurare a debitului de apă caldă* tip FQ 110 cu aprobare provizorie de model nr. 658/92 pentru PROCESS SYSTEM ENGINEERING — Franţa, valabilă până la 31.03.1994.

12. *Ansamblu de măsurare a debitului de apă caldă* tip FQ 111 cu aprobare provizorie de model nr. 659/92, pentru PROCESS SYSTEM ENGINEERING, Franţa, valabilă până la 31.03.1994.

13. *Ansamblu de măsurare a debitului de apă caldă* tip FQ 112 cu aprobarea provizorie de model nr. 660/92 pentru PROCESS SYSTEM ENGINEERING, valabilă până la 31.03.1992.

14. *Ansamblu de măsurare a debitului de apă caldă* tip FQ 189 cu aprobare provizorie de model nr. 663/92 pentru PROCESS SYSTEM ENGINEERING Franţa valabilă până la 31.03.1994.

15. *Contor (Sistem) de energie termică compus din contor de apă* tip PRIMOM WSW *şi integrator* tip SUPERCAL 430, cu aprobare provizorie de model nr. 532/92 pentru SC TRANSTUR-LOTUS V & Z SRL — Oradea, producător contor MOM SA — Ungaria, producător integrator SONTEX A.C. — Elveţia, valabilă până la 31.12.1992.

16. *Contor (Sistem) de energie termică* tip CT cu aprobare provizorie de model nr. 565/92 pentru A.C.K. SRL — Paşcani, valabilă până la 30.06.1994 pentru 1000 buc.

În domeniul : MĂRIMI CARACTERISTICE RADIAŢIEI OPTICE

MĂRIMI OPTICE LE MATERIAL

1. *Dioptimetru cu protecţie* cu aprobare de model 499/92 pentru SC IOR SA Bucureşti, valabilă până la 01.01.2002.
Caracteristici principale :
—interval de măsurare : 25 ... + 25 dpt
0 ... 11 p. dpt.

În domeniul : MĂRIMI CARACTERISTICE CHIMIEI FIZICE ŞI FIZICII MOLECULARE

CONCENTRAŢIE

1. *Butirometru de smântână* tip RÖEDER cu aprobare de model nr. 631/92 pentru S.C. VITROMETAN SA — Mediaş, valabilă până la 30.11.2002.
Caracteristici principale :
—intervale de măsurare : 0 ... 40 %
0 ... 55 %
0 ... 75 %
—valoarea diviziunii : 0,5 %

2. *Butirometru pentru brânză* tip VAN GULIK cu aprobare de model nr. 632/92 pentru S.C. VITROMETAN SA — Mediaş, valabilă până la 30.11.2002.
Caracteristici principale :
—interval de măsurare : 0 ... 40 %
—valoarea diviziunii : 0,5 %

3. *Analizor portabil pentru oxid carbon* (CO) *auto* cu aprobare provizorie de model nr. 595/92 pentru FAST ECO SA — București, valabilă până la 31.12.1995 pentru 500 buc.

Caracteristici principale :

—interval de măsurare : 0 . . . 10% vol. CO

—eroare de bază ±3% din vol. CO±1 digit

4. *Analizor de gaze cu absorbție în infraroșu* tip INFRARED—1 cu aprobare provizorie de model nr. 570/92 pentru GASTAR SRL București, valabilă până la 31.12.1995.

Caracteristici principale :

—interval de măsurare : 0 . . . 20% pentru CO_2
0 . . . 10% pentru CO

—eroare de bază : ± 2%

5. *Traductor de concentrații de bioxid de azot în aer* tip TG—2 cu aprobare de model nr. 562/92 pentru Centrul de Aparatură Analitică, Control și Semnalizare Cluj-Napoca, valabilă până la 01.02.2002.

6. *Alcoolmetru* cu aprobarea de model nr. 553/93 pentru SC TERMODENSIROM SA București, valabilă până la 01.03.2002.

Caracteristici principale :

—interval de măsurare : 0 . . . 100% vol.

—temperatura de lucru : 20°C

—eroare tolerată : ± 2% vol. pentru 0 . . . . . 50% vol.
± 1% vol. pentru 50 . . . . . 100% vol.

7. *Spectrofotometru pentru ultraviolet vizibil* tip UV-VIZ—274 cu aprobare provizorie de model nr. 516/92 pentru FAST ECO SA București, valabilă până la 30.06. 1994

8. *Analizor portabil de* CO_2, CO *și temperatură*, cu aprobare provizorie de model pentru SC FAST SA București valabilă până la 30.12.1993.

Caracteristici principale :

—interval de măsurare : 0 . . . 20% vol. CO_2
0 . . . 1% vol. CO
0 . . . 400 °C

În domeniul : MĂRIMI CARACTERISTICE RADIAȚIILOR IONIZANTE

MAI MULTE MĂRIMI

1. *Stilodozimetre cu citire directă pentru radiații X și gama* tip SD—0,5 cu aprobare de model 617/92 pentru Institutul de fizică și inginerie nucleară — București, valabilă până la 01.10. 2002.

Caracteristici principale :

—interval de măsurare : 0 . . . 500 mR

—eroare tolerată : ±10%

În domeniul : MĂRIMI DIFERITE

TAXIMETRE

1. *Taximetru electronic* tip IEMITAX cu aprobare provizorie de model nr. 428/92 pentru S.C. IEMI S.A. București valabilă până la 01.03.1994 pentru 20 000 buc.

Caracteristici principale :

— două tarife

— eroare tolerată : ± 2% pentru antrenare kilometrică
± 3% pentru antrenare orară

2. *Taximetru electronic* tip ECRA CE — 01 cu aprobare privizorie de model nr. 452/92 pentru firma Nițescu — Berceanu SNC Craiova, valabilă până la 01.03.1994 pentru 15 000 buc.

— eroare tolerată : ± 2% pentru antrenare kilometrică
± 2% pentru antrenare orară

3. *Taximetru electronic* tip TEE — 01 și TEE — 02 cu aprobare provizorie de model nr. 453/92 pentru ECHIMAR SRL Baia Mare, valabilă până la 01.03.1994 pentru 20 000 buc.

— eroare tolerată : ± 2% pentru antrenare kilometrică
± 3% pentru antrenare orară

4. *Taximetru electronic* tip AT — 01 cu aprobare provizorie de model nr. 454/92 pentru ELECTRONICA APLICATĂ SRL Pitești, valabilă până la 30.06.1993 pentru 15 000 buc.

— eroare tolerată : ± 2% pentru antrenare kilometrică
± 3% pentru antrenare orară

5. *Taximetru electronic* tip PSE 03 — 1 a și PSE 03—4a cu aprobare provizorie de model nr. 455/92 pentru SERVICE ELECTRONIC — Craiova, valabilă până la 01.03.1994 pentru 20 000 buc

— eroare tolerată : ± 2% pentru antrenare kilometrică
± 3% pentru antrenare orară

6. *Taximetru electronic* tip MULTITAXI cu aprobare provizorie de model nr. 459/92 pentru S.C. PROCONTROL SRL — Târgu Mureș, valabilă până la 01.12.1993 pentru 10 000 buc.

— eroare tolerată : ± 2% pentru antrenare kilometrică
± 3% pentru antrenare orară

7. *Taximetru electronic* tip ELTAX 1, 2, 3 cu aprobare provizorie de model nr. 463/92 pentru S.C. ELECTRON CLUB SCS București, valabilă până la 10.03.1994 pentru 20 000 buc.

— eroare tolerată : ± 2% pentru antrenare kilometrică
± 3% pentru antrenare orară

8. *Taximetru electronic* tip TXM — 01 cu aprobare provizorie de model nr. 461/92 pentru ICE FELIX COMPUTER S.A. București, valabilă până la 01.04.1994 pentru 20 000 buc.

— eroare tolerată : ± 2% pentru antrenare kilometrică
± 3% pentru antrenare orară

9. *Taximetru electronic* tip STAR — 9, cu aprobare de model nr. 462/92 pentru ICE FELIX COMPUTER S.A. București, care importă prin LUKY GOLDSTAR INTERNATIONAL CORP., valabilă până la 03.03.2002.

— eroare tolerată : ± 2% pentru antrenare kilometrică
±3% pentru antrenare orară

10. *Taximetru electronic* programabil tip ANDOR cu aprobare provizorie de model nr. 477/92 pentru UM 02512 și S.C. ANDOR SRL — București, valabilă până la 31.12.1993 pentru 25 000 buc.

11. *Taximetru electronic* tip CONTAX—02 cu aprobare provizorie de model nr. 494/92 pentru Intreprinderea de întreținere și reparații utilaje de calcul — filiala Someș, Cluj — Napoca, valabilă până la 01.05.1994 pentru 10 000 buc.

— eroare tolerată : ± 2% pentru antrenare kilometrică
± 3% pentru antrenare orară

12. *Taximetru electronic* tip ATE 01 cu aprobare provizorie de model nr. 509/92 pentru societatea comercială ACASĂ SRL Ploiești, valabilă până la 01.05.1994 pentru 10 000 buc.

13. *Taximetru electronic* tip HPT cu aprobare provizorie de model nr. 517/92 pentru S.C. HP — IMPEX SRL — Iași, valabilă până la 01.06.1994 pentru 10 000 buc.

— eroare tolerată : ± 2% pentru antrenare kilometrică
± 3% pentru antrenare orară

14. *Taximetru electronic* tip POLTAX 211 cu aprobare provizorie de model nr. 518/92 pentru S.C. „TAXI GLUCOZA" S.A. București producător POWOGAZ Polonia, valabilă până la 01.06.1995 pentru 2 000 buc.

15. *Taximetru electronic* tip TAX — 47 cu aprobare provizorie de model nr. 552/92 pentru S.C. RETROM S.A. Pașcani, valabilă până la 30.06.1994 pentru 10 000 buc.

— erori tolerate : ± 2% pentru antrenare kilometrică
± 3% pentru antrenare orară

16. *Taximetru electronic* tip CONTAX—04 cu aprobare provizorie de model nr. 554/92 pentru S.C. TULIPAN SRL Târgu-Mureș, valabilă până la 01.07.1994 pentru 20 000 buc.

— eroare tolerată : ± 2% pentru antrenare kilometrică
± 3% pentru antrenare orară

17. *Taximetru electronic* tip ELTAX — 30 cu aprobare provizorie de model nr. 555/92 pentru S.C. ROMO G-TEHNICA SRL București, valabilă până la 01.06.1994 pentru 10 000 buc.

— eroare tolerată : ± 2% la antrenare kilometrică
± 3% la antrenare orară
± 1% la măsurarea distanței

18. *Taximetru electronic* tip C 200 cu aprobare provizorie de model nr. 558/92 pentru S.C. AEM S.A. Timișoara, valabilă până la 01.08.1994 pentru 20 000 buc.

— eroare tolerată : ± 2% la antrenarea kilometrică
± 3% la antrenarea orară

19. *Taximetru electronic* tip ATM 11 cu aprobare provizorie de model nr. 562/92 pentru S.C. HELITECH SRL Iași și S.C. MAGNIFIC SRL Bacău, valabilă până la 01.07.1994 pentru 10 000 buc.

— eroare tolerată : ± 2% la antrenare kilometrică
± 3% la antrenare orară

COREMI
Cal. Griviței 355, sector 1
București Tel. 665 47 35

Multimetru digital E 0309 M

Multimetrul E 0309 M este un aparat de precizie cu afișaj digital — 4 1/2 cifre, destinat măsurării tensiunilor continue și alternative (a curenților) și a rezistențelor. Asigurând o rezoluție ridicată (10 μV — respectiv 10 mΩ), aparatul este prevăzut cu intrare flotantă și protejată.

CARACTERISTICI TEHNICE

Măsurarea tensiunii continue

Intervalul de tensiune: 10 μV ... 1000 V
Eroarea de bază: ± 0,01 % ct ± 0,01 % c.s.
Scări: 200,00 mV; 2,000; 20,000; 200,00; 1000,0 V
Rezistența de intrare: > 5000 MΩ pe scările de 0,2; 2 V
10 mΩ pe scările de 20; 200; 1000 V
Rejecția perturbațiilor de mod comun: 140 dB în c.c.; 120 dB în c.a. (50 Hz)
Rejecția perturbațiilor serie: 55 dB la 50 Hz

Măsurarea tensiunilor alternative

Interval: 10 μV ... 350 V
Eroarea de măsurare: ± 0,02 % ct ± 0,05 % c.s. în intervalul de frecvență 400 Hz ... ... 10 kHz
± 0,05 % ct ± 0,25 % c.s. în intervalul de frecvență 20 Hz ... ... 50 kHz
Impedanța de intrare: 1 MΩ // max. 50 pF

Măsurarea rezistențelor

Interval: 10 mΩ ... 2000 kΩ
Eroarea de măsurare: ± 0,01 % ct ± 0,02 % c.s.
Scări: 0,2; 2; 20; 200; 2000 kΩ

Caracteristici generale

Capacitate afișaj: 19999
Elemente de afișaj: LED
Dimensiuni: 300 × 120 × 320 mm
Alimentare: 220 V/50 Hz (max. 0,08 A)
Greutate max.: 3 kg

Opțiuni:

Opțiune A: Măsurarea curenților continui: 0,01 μA ... 2000 mA;
Eroarea de măsurare: ± 0,01 % ct ± 0,02 % c.s.
Măsurarea curenților alternativi: 0,01 μA ... 2000 mA;
Eroarea de măsurare: ± 0,02 % ct ± 0,05 % c.s.
Opțiune B: Ieșiri date BCD
Opțiune C: Interfață paralelă CEI 625

METROLOGIE

Publicație tehnico-științifică editată de Institutul Național de Metrologie

Revista METROLOGIE, cu apariție trimestrială, este singura publicație din România consacrată domeniului teoriei și tehnicii măsurărilor, metrologiei industriale și metrologiei legale.

Revista publică articole de specialitate, semnate de autori din țară și din străinătate, care tratează subiecte actuale, atât de interes general, cît și referitoare la noi rezultate, realizări și progrese în probleme științifice, obținute de specialiști în cadrul activităților de cercetare/dezvoltare.

1994 JUN 16

Revista include de asemenea:

— note: prezentări scurte ale unor opinii, dezbateri sau noutăți;

— informații: manifestări științifice și tehnice, interne sau internaționale;

— recenzii de lucrări apărute recent.

În partea oficială, consacrată metrologiei legale, sunt publicate periodic:

— liste ale aprobărilor de model acordate de BRML;

— tarife de etalonare și verificare metrologică;

— liste ale instrucțiunilor și normelor de metrologie în vigoare;

— textul complet al unor instrucțiuni de metrologie legală, norme tehnice de metrologie legală și alte norme de larg interes.

*

Începând cu anul 1994, costul unui exemplar al revistei „METROLOGIE" va fi de 800 lei. Abonamentul anual (4 numere) va fi de 3200 lei.

Abonamentele se pot face la:

Institutul Național de Metrologie șos. Vitan Bârzești, nr. 9 — 11, sectorul 4, București.

Cont 309800201, BCR, filiala sector 4.

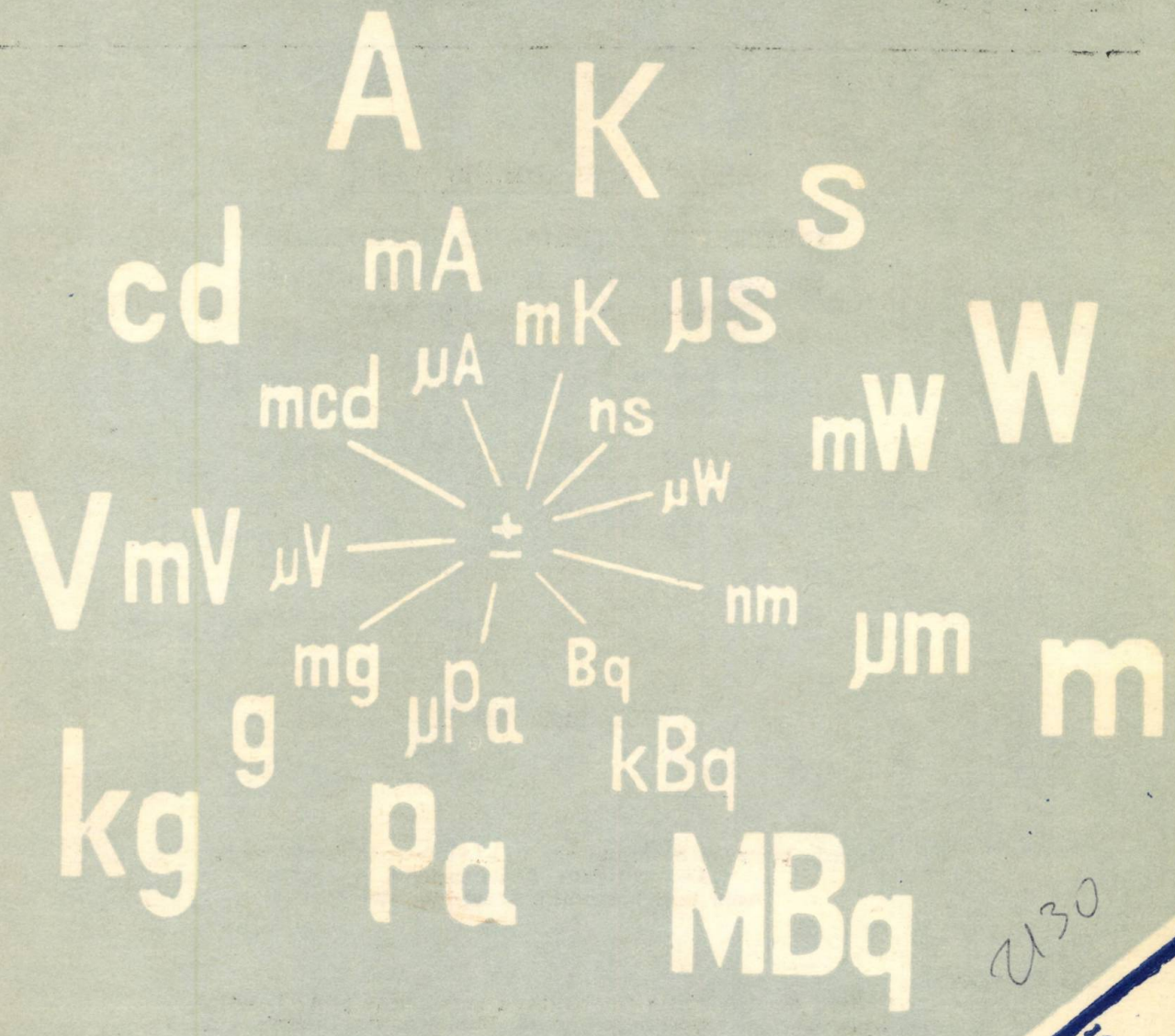
În costul abonamentului este inclusă și expedierea revistei la abonat.

E 8225

INM

Nr. 4/1993

metrologie



2130

serie nouă

SUMMARY

DRAGOŞ BOICIUC : The Use of Laser in Length Metrology (III). Laser Frequency Stabilizing Methods 98

NICOLAE FÂNTÂNARU : The comparison of 6 kNm standards of PTB and INM 103

BRÂNDUŞA PANTELIMON, CONSTANTIN ILIESCU, SORIN DAN GRIGORESCU : The Use of Analog Multiplexers in a Computer Controlled Digital Ohmmeter 108

SONIA TĂNASE : Methods for the Estimation of Measurement Uncertainty of Platinum Resistance Thermometers Within the Range (0...419, 527) °C 111

INFORMATION

OFFICIAL PART

* * * The List of Pattern Approvals Granted Between 01.01.1993 and 01.09.1993 120

* * * Lista of the Metrolegical Technical Nornes Issued Duuring 1993

SOMMAIRE

DRAGOŞ BOICIUC : L'utilisation des lasers dans la métrologies des longueurs (III). Méthodes pour stabiliser la fréquence des lasers 98

NICOLAE FÂNTÂNARU : La comparaison des étalon de 6 kNm du PTB et INM 103

BRÂNDUŞA PANTELIMON, CONSTANTIN ILIESCU, SORIN DAN GRIGORESCU : L'utilisation des multiplexeurs analogiques pour un ohmmètre numérique controlé par ordinateur 108

SONIA TĂNASE : Méthodes d'estimation pour l'incertitude d'étalonnage des thermomètres à résistance de platine dans l'intervalle (0...419,527)°C 111

INFORMATIONS

PARTIE OFFICIELLE

* * * La liste des aprobations de modèle obtenues entre 01.01.1993 et 01.09.1993 120

* * * La liste des Mormes Techniques de Métrologie publiées en 1993

REDACŢIA ŞI ADMINISTRAŢIA

INSTITUTUL NAŢIONAL DE METROLOGIE

Şos Vitan-Bîrzeşti nr. 11, sector 4, tel. 6342060 şi 344030/191 ; Bucureşti ; 75669

ISSN 1220—546 X

Cererile pentru abonamente vor fi adresate redacţiei în contul 309800201 BCR, filiala sector 4.
Costul unui abonament anual este 3200 lei.

*

Cititorii din străinătate pot contracta abonamente prin : ILEXIM — Departamentul export-import presă, Bucureşti, str. Decembrie nr. 3 P.O.B. 146—137 Telex 12226

*

Cererile pentru reclame în revistă vor fi înaintate redacţiei.

METROLOGIE

Publicație tehnico-științifică
editată de
INSTITUTUL NAȚIONAL DE METROLOGIE

SUMAR

DRAGOȘ BOICIUC : Laserul în metrologia lungimilor (III). Stabilizarea frecvenței laserelor 98

NICOLAE FÂNTÂNARU : Comparație cu P.T.B. a etalonului I.N.M. de 6 kNm 103

BRÂNDUȘA PANTELIMON, CONSTANTIN ILIESCU, SORIN DAN GRIGORESCU : Utilizarea multiplexoarelor analogice în realizarea unui ohmmetru digital controlat de calculator 108

SONIA TĂNASE : Metode de evaluare a incertitudinii de etalonare a termometrelor cu rezistență din platină în intervalul de temperatură (0 . . . . . 419,527) °C 111

INFORMAȚII

PARTEA OFICIALĂ

* * * Lista aprobărilor de model emise în perioada 01.01.1993—01.09.1993 120

* * * Lista normelor tehnice de metrologie tipărite în 1993

* * *

Colectivul de redacție: fiz. Dragoș Boiciuc, Viorica Burciu *(secretar de redacție)*, ing. chim. Mirela Buzoianu, ing. Gabriel Iordăchescu, fiz. Gheorghe Ispășoiu, dr. ing. Aurel Millea *(redactor responsabil)*, ing. Ionel Urdea.

MŰSZAKI INFORMÁCIÓS KÖZPONT ÉS KÖNYVTÁR 1993

METROLOGIE, vol. XL (Serie nouă) nr. 4/1993. p. 97 — 128

Laserul în metrologia lungimilor (III). Stabilizarea frecvenţei laserelor

DRAGOŞ BOICIUC *

Abstract: *The paper is part of a series dealing with some aspects of the use of lasers in length metrology. The commonly used methods to stabilize the frequency of lasers are discussed in respect with both length metrology and laser interferometry applications.*

Résumé: *L'article s'inscrit dans une série d'articles qui s'occupent de quelques aspects de l'utilisation des lasers dans la métrologie des longueurs. On présente les méthodes habituelement utilisées pour stabiliser la fréquence des lasers pour les étalons de longueurs et pour l'interférométrie a laser.*

1. Stabilitatea frecvenţei

Stabilitatea frecvenţei radiaţiei laser a fost temeinic studiată atât matematic cât şi semantic, deoarece compararea performanţelor unor lasere a fost de multe ori stânjenită de lipsa de uniformitate în exprimare [1,2].

Pentru caracterizarea completă a stabilităţii laserului se folosesc mai mulţi parametri, fiecare aducând anumite informaţii asupra acestui subiect. Astfel, funcţie de aplicaţiile particulare ale laserului stabilizat, putem avea mai multe situaţii.

a) Stabilitate pe teren scurt în care fluctuaţiile de frecvenţă ale unui laser într-o anumită lărgime de bandă sunt măsurate pentru o scurtă perioadă de timp (de ordinul secundei).

b) Stabilitatea pe teren lung, în care fluctuaţiile de frecvenţă ale unui laser sunt măsurate într-o perioadă mai lungă de timp (de ordinul orelor, zilelor). Aceasta implică o derivă de frecvenţă în timp lung şi modificări de natură regulată pe perioade scurte (de ordinul secundelor).

Stabilitatea frecvenţei este funcţie nu numai de lăţimea de bandă a frecvenţei măsurate, ci şi de timpul total de observare.

O măsură uzuală a stabilităţii frecvenţei S se poate scrie:

$$S = \frac{\left[\Delta\nu_{RMS}(\tau)\right]^{t+\tau}_{t}}{\frac{1}{\tau}\int_{t}^{t+\tau}\nu(t)\,dt} = \frac{\Delta\nu_{RMS}(\tau)}{\bar{\nu}} \qquad (1)$$

unde:

$\nu(t)$ frecvenţa la orice moment t în intervalul de observaţie $(t, t+\tau)$;

$\bar{\nu}$ valoarea medie a frecvenţei laserului în timpul intervalului de observaţie;

$\Delta\nu_{RMS}(\tau)$ abaterea medie pătratică a frecvenţei observate în lăţimea de bandă B, în timpul perioadei de observaţie.

Este clar că, în intervalul de timp τ, pot apare variaţii extreme de frecvenţă mari. Aceasta va erona estimarea variaţiei de frecvenţă, dacă valoarea medie simplă a fluctuaţiei maxime a frecvenţei va fi considerată ca o estimare a variaţiilor de frecvenţă. Intuitiv se vede că aceste variaţii largi vor avea o pondere mai mică decât o variaţie tipică şi decât o fluctuaţie statistică a frecvenţei.

Practic, timpul de observare limitează observarea celor mai mici fluctuaţii. Sistemul de detecţie electronică a frecvenţei poate, de exemplu, să fie capabil să măsoare variaţii de frecvenţă, în curent continuu, până la 100 MHz. Totuşi, la o singură măsurare a frecvenţei laserului de 10 s, nu se obţine nici o informaţie sensibilă care să implice fluctuaţii cu perioade mai mari de 10 s. Similar, orice mediere a constantei de timp (fie electronic, fie vizual, dacă se observă într-un experiment de bătăi de frecvenţă) va împiedica observarea fluctuaţiilor rapide.

Pentru a cuprinde aceste aspecte au fost introduse cele două cazuri: stabilitatea pe timp scurt şi stabilitatea pe timp lung.

Un parametru recunoscut ca un mod foarte uzual pentru specificarea stabilităţii frecvenţei şi stabilirea timpului de zgomot ce limitează performanţele laserului este varianţa Allan.

Variaţia clasică σ a frecvenţei laserului ν este:

$$\sigma^2(M,\tau) = \frac{1}{M-1}\left\{\sum_{i=1}^{M}\nu_i^2 - \frac{1}{M}\left(\sum_{i=1}^{M}\nu_i\right)^2\right\} \qquad (2)$$

unde:

M numărul de determinări ale frecvenţei laser;

τ timpul de integrare.

Se poate cere ca această varianţă să fie descrescătoare deoarece fluctuaţiile de zgomot se mediază folosind timpi de integrare ai probei lungi şi valoarea va tinde spre valoarea medie. Totuşi, sursa de zgomot conţine un număr mare de componente, în domeniul de frecvenţă Fourier

* Institutul Naţional de Metrologie, soş. Vitan-Bârzeşti nr. 11, sector 4, Bucureşti.

și valoarea $\sigma^2(M, \tau)$ tinde să devină divergentă când numărul probelor de frecvență crește. Aceste surse de zgomot de tip $1/f$ sau zgomotul de emisie discontinuă, se găsesc în etaloanele atomice de frecvență, astfel încât trebuie avute în vedere, iar starea nesatisfăcătoare se remediază în felul următor: fie $M = 2$, cu alte cuvinte se iau 2 probe de frecvență laser, pentru un timp mediu τ: atunci formula (2) devine:

$$\sigma^2(2, \tau) = \frac{1}{2}(\nu_1 - \nu_2)^2 \qquad (3)$$

Varianța Allan este valoarea medie a N perechi de citiri ale frecvenței laser:

$$\langle \sigma^2(2, \tau) \rangle = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^{N} \left(\frac{\nu_{2i} - \nu_{2i-1}}{2} \right)^2 \qquad (4)$$

Această valoare descrește cu creșterea lui N pentru aceleași surse de zgomot care fac relația (2) divergentă.

Strict vorbind, această mediere va fi pentru un timp infinit; totuși o valoare mare a lui N aproximată conform cerințelor statistice și pentru un nivel de încredere bun, se realizează pentru $N = 100$. Totuși, pentru perioade de integrare mai mari de 1 s, timpul cerut pentru calculul $\langle \sigma^2(2, \tau) \rangle$ devine mare și atunci varianța Allan se calculează pentru valori convenabile ale lui N, dar cu o micșorare corespunzătoare a nivelului de încredere al rezultatelor, așa că valoarea lui N trebuie să fie specificată la măsurarea varianței Allan.

Evaluarea varianței dă informații, fie în experimentul de bătăi de frecvență, asupra valorii medii a diferenței între probe adiacente de frecvența bătăilor, fie funcție de timpul de măsurare. Uzual se găsește o funcție logaritmică a varianței $\sigma^2(2, \tau)$ ca funcție de timpul τ, iar panta acestei funcții ne dă informații asupra naturii zgomotului dominant ce perturbă laserul pentru o perioadă specificată.

2. Reproductibilitatea laserului

Aceasta este o caracteristică care exprimă cât de bine reproduce laserul aceeași frecvență când este scos și apoi fixat pe frecvența de referință, în mod repetat și, de asemenea, reproductibilitatea pe intervale mai mari de timp [1,4].

Suntem, de asemenea, interesați să știm cât de apropiate sunt frecvențele emise de laserele nominale stabilizate pe aceeași frecvență de referință. Aceste caracteristici pot fi evaluate prin reproductibilitatea R care poate fi exprimată prin:

$$R = \frac{\Delta\nu}{\nu} \qquad (5)$$

unde:

ν frecvența medie dintr-o serie de măsurări, adică a două lasere similare nominal, când servobuclele lor sunt deschise și închise în mod repetat, fixând laserele pe frecvențele lor individuale de referință. Măsurarea variației $\Delta\nu$ a acestei medii se face la fel ca la definirea stabilității prin relația (1). O măsură convenabilă a acestei variații este incertitudinea 3σ, unde σ este abaterea standard a unui număr individual de măsurări.

Reproductibilitatea este legată de stabilitatea pe termen lung. Un exemplu al unei asemenea perturbații este ușoara derivă în timp a centrului Lamb dip care e folosit ca frecvență de referință. Pentru o frecvență particulară reglată, stabilitatea pe termen lung poate fi superioară reproductibilității laserului.

3. Metoda de stabilizare a frecvenței laserelor

În principiu, orice sistem de stabilizare a frecvenței laser constă în construirea unui laser monomod și compararea frecvenței acestuia cu o frecvență de referință. Dacă frecvența laser e diferită de ceă de referință, un detector sensibil la eroare produce un semnal proporțional cu această diferență. Semnalul de eroare este folosit pentru a controla frecvența laser și a o acorda cu cea de referință, frecvența laser fiind astfel aservită pe cea de referință.

3.1. *Stabilizarea frecvenței pe Lamb dip*

Pentru a înțelege mecanismul apariției Lamb dip-ului este necesar să se examineze natura interacției între câmpul electromagnetic rezonant, de unde staționare și atomii mediului activ al laserului. Când lungimea cavității rezonante corespunde lărgimii de bandă a frecvenței optice pentru care câștigul laserului depășește pierderile din cavitate, oscilația se întărește și în cavitatea laser apare o undă staționară. Această undă poate fi considerată ca fiind formată din două unde, progresivă și regresivă care se propagă în sensuri opuse, de-a lungul axei optice a laserului [1,3].

Atomii gazului care constituie mediul activ se află într-o mișcare haotică — în toate direcțiile — componentele vitezelor de-a lungul cavității laser supunându-se distribuției Maxwell (fig. 1 *a*). Când un atom emite un foton, frecvența fotonului ν va prezenta o deplasare Doppler proporțională cu viteza atomului. Va exista totdeauna un grup de atomi cu viteza cuprinsă în intervalul v, $v + \Delta v$ care să emită fotoni cu frecvența deplasată Doppler ν egală cu a undei progresive.

Un alt grup de atomi se deplasează cu o viteză cuprinsă în intervalul $-v$, $-(v + \Delta v)$ și va emite fotoni cu frecvența egală cu a undei regresive.

Cele două frecvenţe deplasate Doppler vor fi :

$$\nu' = \nu\left(1 \pm \frac{v}{c}\right) \qquad (6)$$

unde :

c viteza luminii.

Distribuţia puterii după viteza atomilor poate fi exprimată ca o distribuţie a puterii după frecvenţă (fig. 1 *b*).

Împrăştierea vitezelor atomilor într-un anumit domeniu de valori duce la o împrăştiere a deplasărilor Doppler, pentru frecvenţa emisă într-un interval care coincide cu intervalul frecvenţelor de rezonanţă ale cavităţii.

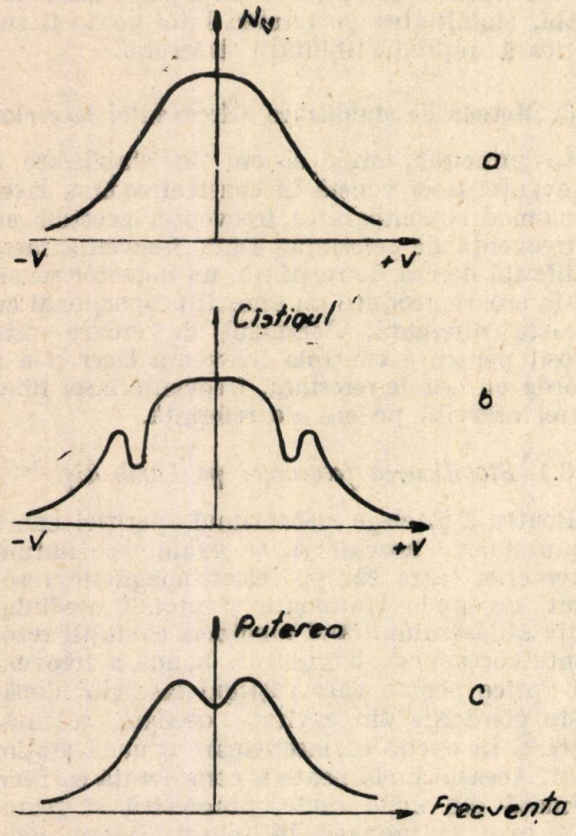


Fig. 1

Nivelul laser superior este depopulat şi apar „adâncituri" în distribuţia câştigului laser funcţie de viteză. Când frecvenţa de rezonanţă a cavităţii se apropie de centrul distribuţiei putere-frecvenţă, din ce în ce mai mulţi atomi participă la tranziţie şi puterea de ieşire laser creşte.

La atingerea centrului distribuţiei apare o singură adâncitură, care se explică prin aceea că cele două unde — progresivă şi regresivă — interacţionează cu aceiaşi atomi, care nu pot fi decât cei care au componenţa vitezei nulă după axa laserului.

Deoarece ambele unde interacţionează cu aceiaşi atomi, numărul de atomi care interacţionează cu radiaţia scade şi astfel puterea de ieşire scade în centrul curbei. Apare aşa-zisul „Lamb dip" (fig. 1*c*).

La laserul de He-Ne, lărgimea Lamb dip-ului este de 200 MHz având adâncimea de 5 . . . 10%, în timp ce lărgimea benzii de câştig este de 1200 MHz la semiînălţimea curbei putere-frecvenţă.

Întrucât dip-ul este mai mic decât lărgimea curbei de câştig, centrul lui reprezintă o frecvenţă bine definită care este folosită pentru stabilizarea laserului.

Principiul de stabilizare a frecvenţei laserului pe Lamb dip este arătat în fig. 2.

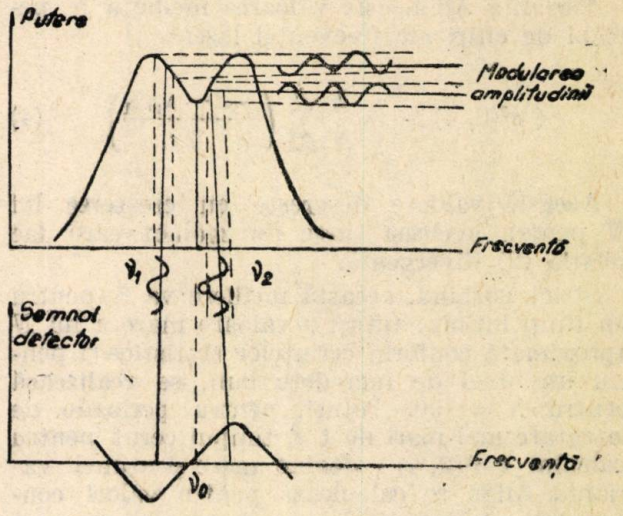


Fig. 2.

Stabilizarea constă în modularea frecvenţei laserului pe un interval de frecvenţe optice $\delta\nu$. Se obţine modulare în intensitate care la frecvenţa ν_1 este defazată cu π faţă de modulaţia aplicată. Dacă modificăm lungimea cavităţii pentru a acorda laserul pe frecvenţa ν_0, forma orizontală a curbei puterii de ieşire, în dreptul frecvenţei ν_0 va reduce modulaţia intensităţii la zero. Oscilaţia pe frecvenţa ν_2, de partea cealaltă a centrului, produce o modulaţie în fază cu modulaţia aplicată. Deci, valoarea intensităţii modulate dă informaţii despre variaţia frecvenţei faţă de frecvenţa centrală ν_0, iar faza semnalului modulat indică sensul în care se îndepărtează frecvenţa faţă de frecvenţa centrală.

Dacă semnalul modulat este detectat, prelucrat şi transmis unui detector sensibil la fază care să furnizeze tensiune unui dispozitiv de variaţie a lungimii cavităţii laser, acest servosistem controlează frecvenţa laserului, urmărind ca tensiunea la detector să rămână nulă. Frecvenţa laser este continuu comparată cu frecvenţa centrală a Lamb dip-ului şi variaţiile frecvenţei sunt automat compensate.

Laserii stabilizaţi pe centrul Lamb-dip-ului realizează stabilităţi de 10^{-8} pe o durată de

câteva luni. La durate mai lungi se observă o derivă a frecvenţei şi deci a lungimii de undă dată de difuzia gazului prin pereţi. Din studiile efectuate la BIPM [5] pe mai mulţi laseri stabilizaţi pe Lamb dip s-a constatat că lungimea de undă creşte, în medie, cu 10 fm pe an (fig. 3).

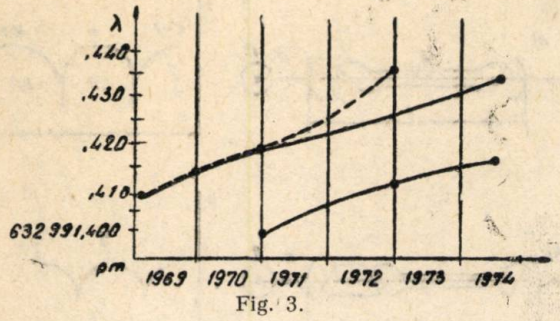


Fig. 3.

3.2. *Stabilizarea frecvenţei laser în câmp magnetic*

Pentru a creşte stabilitatea frecvenţei laser este necesară o frecvenţă de referinţă care să nu depindă de presiunea amestecului de gaze.

Acest deziderat se poate realiza prin construirea unui laser care să emită radiaţii de frecvenţe simetrice faţă de centrul distribuţiei putere-frecvenţă şi intensităţi egale. Diferenţa celor două intensităţii sau frecvenţa centrală la care se întâlnesc curbele de distribuţie a celor două radiaţii va oferi o referinţă pentru stabilizare.

Referinţa aceasta se realizează prin plasarea unui tub cu neon în drumul radiaţiei laserului He-Ne. Tubul cu neon se introduce într-un câmp magnetic H paralel cu axa tubului. Atomii de neon din tub absorb radiaţia laser şi datorită câmpului magnetic, linia de absorbţie este despicată prin efect Zeeman în două linii simetrice faţă de frecvenţa din absenţa câmpului magnetic. Cele două radiaţii sunt polarizate circular stânga şi circular dreapta (fig. 4). Un separator electrooptic $\lambda/4$ plasat între laser şi tubul cu neon, transformă alternativ lumina liniar polarizată a laserului monomodal în lumină polarizată circular stânga şi dreapta, care trece prin celula de absorbţie cu neon. Dacă frecvenţa laser diferă de frecvenţa centrală la care se intersectează cele două curbe de absorbţie, lumina emergentă este modulată având o amplitudine dependentă de diferenţa de frecvenţă $\Delta\nu$ şi faza dependentă de semnul lui $\Delta\nu$. Acest semnal constituie un semnal de eroare utilizat în sistemul de stabilizare.

Această metodă permite obţinerea unei stabilităţi de lungă durată de ordinul a 10^{-9}.

Câmpul magnetic se poate aplica direct pe tubul laser monomodal, dacă are oglinzi interne. În acest fel curba de distribuţie este formată din două linii (fig. 5) care corespunde celor două radiaţii polarizate circular în sensuri opuse şi parţial suprapuse. Radiaţia laserului monomodal este despicată, deci, în două frecvenţe apropiate, polarizate circular stânga şi

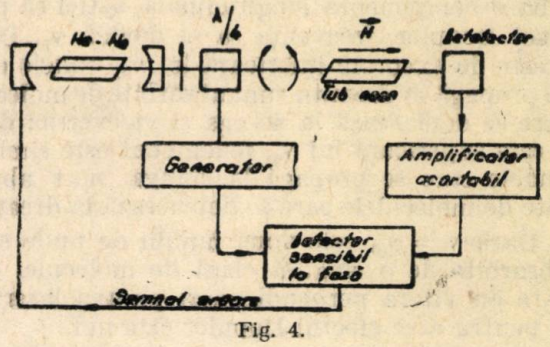


Fig. 4.

dreapta, a cărui intensităţi sunt egale numai dacă frecvenţele sunt simetrice faţă de frecvenţa centrală unde cele două curbe se suprapun.

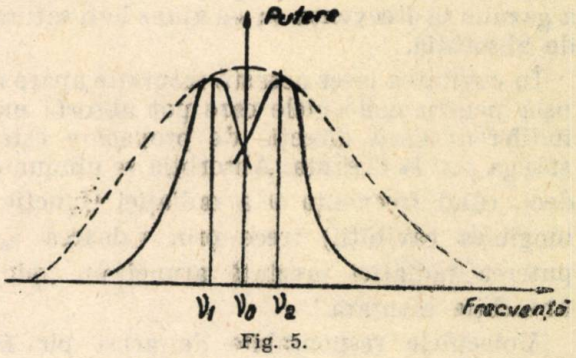


Fig. 5.

Diferenţa între cele două intensităţi este folosită ca discriminator pentru stabilizarea frecvenţei laser pe frecvenţe de intersecţie a celor două curbe.

Pentru laserul de He-Ne se obţine, cu această metodă o stabilitate de scurtă durată de ordinul a 10^{-8} şi o reproductibilitate de ordinul a 10^{-7}.

3.3. *Stabilizarea frecvenţei laser prin absorbţie saturată*

Un procedeu, mai eficace decât cele tratate până aici, constă în a face să coincidă frecvenţa laserului cu una din „razele de absorbţie saturată" a unui sistem atomic. În cavitatea de rezonanţă se plasează o cuvă de absorbţie conţinând, sub o presiune slabă, de ordinul a 1 Pa, un gaz care prezintă o rază de absorbţie la frecvenţa laser. De exemplu, gazul de absorbţie pentru laserul He-Ne cu $\lambda = 3{,}39$ μm este metan, iar pentru laserul He-Ne cu $\lambda = 0{,}63$ μm este $^{127}I_2$ sau $^{129}I_2$.

Absorbţia diminuează puterea laserului. Moleculele de gaz, în repaos, sunt capabile să absoarbă o radiaţie de frecvenţă ν_0. Dacă laserul oscilează la frecvenţa ν vecină cu ν_0, undele

luminoase care se propagă longitudinal în cavitate pot fi totuşi absorbite de anumite molecule de gaz. Este suficient pentru aceasta ca viteza acestor molecule date de agitaţia termică, să aibă o componentă longitudinală, astfel că prin efect Doppler, frecvenţa sa să devină ν_0. Dacă ν este de exemplu inferioară lui ν_0, undele care se propagă la dreapta sunt absorbite de molecule care se deplasează la stânga şi viceversa; dacă ν este superioară lui ν_0, fenomenul este similar, undele care se propagă la stânga sunt absorbite de moleculele care se deplasează la dreapta.

Dacă $\nu = \nu_0$, cele două familii de unde sunt absorbite de o singură clasă de molecule, cele care au viteza perpendiculară pe axa laserului şi pentru care efectul Doppler este nul.

Când radiaţia absorbită este foarte intensă se ajunge la fenomenul de saturaţie. Moleculele care absorb radiaţiile de frecvenţă ν rămân un anumit timp în stare excitată. Numărul moleculelor care rămân în starea normală se diminuează şi cu aceasta şi capacitatea de absorbţie a gazului la frecvenţa ν; s-a ajuns la o saturaţie de absorbţie.

În cavitatea laser această saturaţie apare mai uşor pentru moleculele care pot absorbi unde, indiferent dacă direcţia de propagare este la stânga sau la dreapta. Absorbţia se diminuează deci, când frecvenţa ν a radiaţiei (funcţie de lungimea cavităţii) trece prin valoarea ν_0 şi puterea radiaţiei prezintă atunci un „pic de absorbţie saturată".

Moleculele responsabile de acest pic fiind acelea pentru care efectul Doppler este nul, acest pic nu este lărgit prin efect Doppler. Se obţine astfel un pic de lărgime $\delta\nu$ mai mică de 100 kHz (lărgimea relativă 1×10^{-9}) la metan cu $\lambda = 3{,}39$ μm şi de 3 MHz (lărgimea relativă de 6×10^{-9}) la iod cu $\lambda = 0{,}633$ μm (fig. 6).

Acest fenomen este analog celui prevăzut de W. Lamb Jr. care provoacă „Lamb dip" în cazul emisiei (fig. 6 *a*). În consecinţă se vorbeşte uneori de picul de absorbţie saturată „Lamb dip invers". Cum emisia are loc într-un mediu foarte perturbat, Lamb dip-ul de emisie este foarte lărgit şi mai puţin stabil decât picul de absorbţie saturată. Fig. 6 reprezintă [5]:

a) Variaţia puterii de emisie în funcţie de lungimea de undă a cavităţii A — tubul amplificator cu He-Ne; R — receptor fotoelectric, $K-1$, K, $K+1$ moduri succesive. În anumite condiţii se observă şi Lamb-dip.

b) Acelaşi laser cu o cuvă de absorbţie C conţinând metan sub o presiune de 1 Pa. Puterea de ieşire este mai slabă. Se observă picul de absorbţie saturată s.

c) Lungimea l a cavităţii este modulată cu o amplitudine foarte mică a frecvenţei ν_0 cu ajutorul generatorului G şi a ceramicii piezoelectrice PZ. Curentul fotoelectric este modulat cu frecvenţa ν_0 cu o amplitudine m proporţională

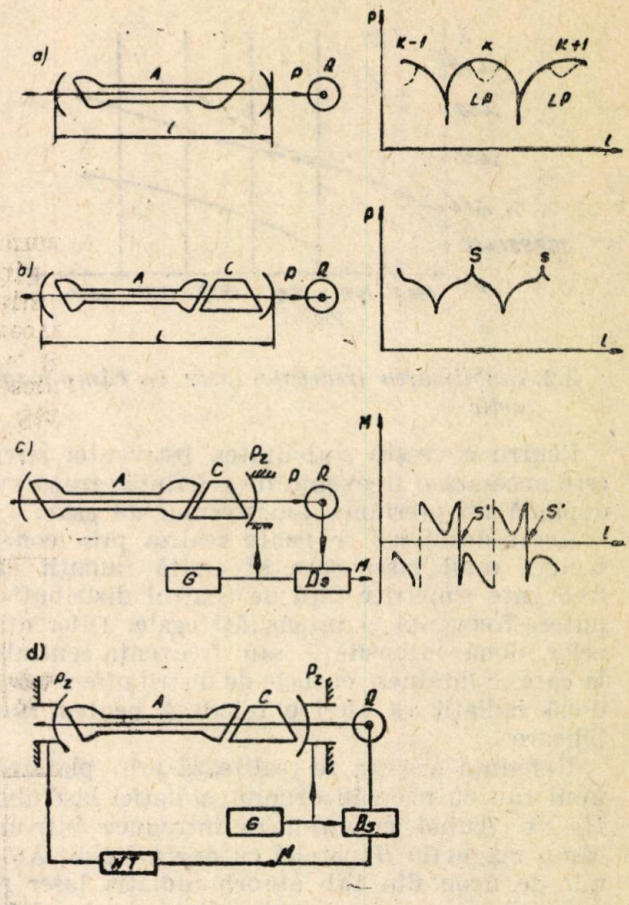


Fig. 6

cu derivata întâia a lui P (I). Componenta de frecvenţă ν_0 este izolată şi redresată cu ajutorul amplificatorului de detenţie sincronă DS; tensiunea de ieşire M a lui DS este proporţională cu m. Dacă facem să varieze lent valoarea medie $\bar{l}$ a lungimii l, M se anulează în S', care corespunde unui vârf al picului S şi variază foarte rapid în vecinătate.

d) M comandă o a doua ceramică piezoelectrică PZ' cu ajutorul amplificatorului HT. Dacă $m > 0$, PZ' alungeşte cavitatea, iar dacă $m < 0$ ea o scurtează. Lungimea medie se stabileşte la una din valorile corespunzătoare la vârful unui pic S, pentru care M se anulează (punctul S').

Dacă picul de absorbţie saturată se înscrie pe caracteristica putere-lungime, pe o porţiune de

pantă mare, atunci vârful său este deplasat în raport cu frecvenţa f_0 (fig. 7).

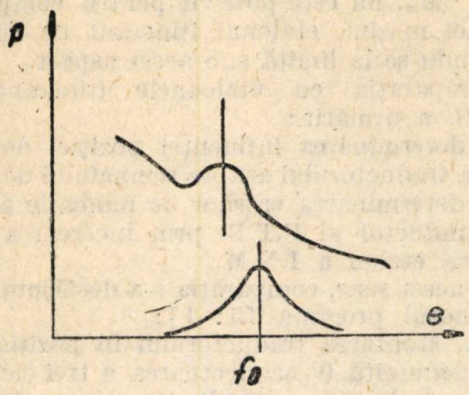


Fig. 7

BIBLIOGRAFIE

[1] *Wallard A. J.*, ,,The frequency stabilisation of the gos lasers. Journal of Physics — E — Scientific histruments, July 1973, vol. 6, no. 7.

[2] *Allan David*, ,,Statistic of atomic frequency standard. Proceedings of the IEEE, vol. 54, febr. 1966.

[3] *Popescu I. M.*, ,,Aplicaţii ale laserilor. Editura tehnică Bucureşti 1979.

[4] *Boiciuc D.*, ,,Determinarea caracteristicilor metrologice ale laserului He-Ne 633 nm, etalon secundar de lungime. Metrologia aplicată, nr. 1/1987.

[5] B.I.P.M., ,,Cents ans de metrologie, Paris, 1976.

Comparaţie cu P.T.B. a etalonului I.N.M. de 6 kNm

NICOLAE FÂNTÂNARU *

Abstract : *Within an international comparison of primary torque standards, initiated by PTB, the 6 kNm and 200 kNm standards were compared at INM, with the aim of harmonizing the Nm measurements of the two institutions. The paper presents the results obtained in the comparison of the 6kNm standard of INM with the standards sent by PTB.*

Résumé : *À l'occasion d'une comparaison internationale des étalons primaires pour le couple de forces, organisée par PTB, les étalons de 6 kNm et 200 kNm ont été comparés a INM, en vue d'harmoniser les echeles de Nm des deux institutes. L'article présente les résultats obtenus de la comparaison de l'étalon de 6 kNm de INM avec les étalons envoyés par PTB.*

1. Etaloane itinerante ale P.T.B.

În cadrul unor comparaţii internaţionale de etaloane primare pentru momentul cuplului de forţe, P.T.B. Braunschweig R.F.G. a iniţiat o comparaţie de tip circular [3; 4] incluzând şi compararea etaloanelor I.N.M. În acest scop, la I.N.M. Laboratorul Timişoara au fost aduse etaloanele itinerante ale P.T.B. redate în tabelul 1. Etaloanele itinerante ale P.T.B. sunt traductoare de cuplu de tip T1 fabricate de Hottinger Baldwin Messtechnik — H.B.M. Darmstadt R.F.G., având caracteristicile tehnice redate în tabelul 2. Pentru măsurarea semnalului de ieşire al acestor traductoare, s-a utilizat compensatorul digital tip DK 38 nr. 42671 fabricat de H.B.M. de clasă de precizie 0,0025 şi oferind $\pm$ 200 000 cifre afişate la $\pm$ 2 mV/V.

* Institutul Naţional de Metrologie, Laboratorul Forţe-Durităţi, Timişoara 4, str. Crizantemelor nr. 64.

Tabelul 1

Etaloanele itinerante ale P.T.B.

Momentul nominal M_n Nm	Tipul traductorului	Nr. de fabricaţie	Obs.
200	T1/HBM	E35918	Calibrat la 1,5 mV/V
500	T1/Normal	B12218	Necalibrat
1000	T1/Normal	B39698	Necalibrat
2000	T1/HBM	E34293	Calibrat la 1,5 mV/V
2000	TN	1.22—01	Necalibrat
5000	Bară/DKD	607001	Calibrat la 1,5 mV/V

Tabelul 2

Caracteristicile tehnice ale traductoarelor H.B.M. tip T1

Clasa de precizie	0,1
Sensibilitatea nominală S_n mV/V	1,5
Eroarea de calibrare $\%S_n$	0,1
Linearitatea $\%M_n$ (mom. nomin.)	0,1
Repetabilitatea $\%M_n$	0,05
Derivata termică la M_n %/10°C	0,1
Deriva termică la zero %/10°C	0,05

2. Etalonul I.N.M. de 6 kNm

Acest etalon este o mașină de tip cu braț de lungime constantă și sarcină variabilă [2; 6] fiind utilizată la calibrarea/etalonarea/verificarea traductoarelor de torsiune de capacitate de până la 6000 Nm. Precizia etalonului I.N.M. de 6 kNm este de $5 \cdot 10^{-4} = 0{,}05$ %.

3. Program experimental

Acoperirea capacității mașinii etalon de 6 kNm a I.N.M. cu etaloanele itinerante ale P.T.B. este arătată în fig. 1. Având :

$$\frac{1}{10} \cdot M_n = \frac{1}{10} \cdot 6000 \text{ Nm} = 600 \text{ Nm}$$

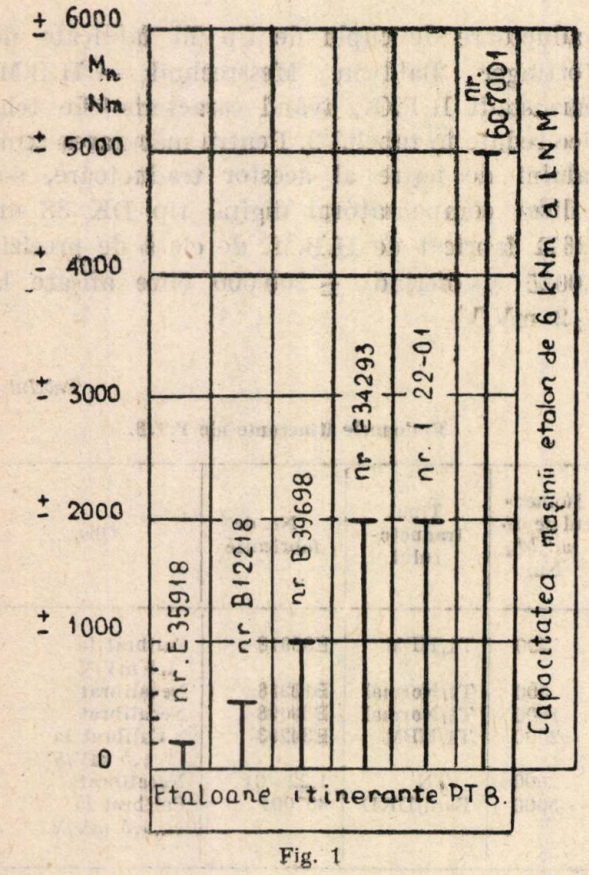


Fig. 1

unde M_n este momentul nominal; etalonul itinerant de 200 Nm situându-se sub jumătate din $1/10 \cdot M_n$, nu este potrivit pentru compararea acestei mașini, etalonul itinerant de 500 Nm situându-se la limită sub acest aspect.

Comparația cu etaloanele itinerante ale P.T.B. a urmărit :

— determinarea influenței poziției de montare a traductorului asupra semnalului de ieșire;

— determinarea erorilor de indicație a fiecărui traductor al P.T.B. prin încercarea lor la mașina etalon a I.N.M.

În acest sens, comparația s-a desfășurat după următorul program [5; 1]:

3.1. Montarea traductorului în poziția inițială, denumită 0° și efectuarea a trei cicluri de încărcare-descărcare preliminare cu măsurarea semnalului de ieșire la 0 și la M_n.

3.2. Efectuarea a trei cicluri de încărcare-descărcare până la M_n în trepte de câte 20% M_n cu măsurarea semnalelor de ieșire.

3.3. Demontarea și remontarea traductorului la 180° față de poziția inițială, cu efectuarea unui ciclu de încărcare-descărcare prealabilă și a unui ciclu de măsurare.

3.4. Demontarea și remontarea traductorului la 360° față de poziția inițială, cu efectuarea unui ciclu de încărcare-descărcare prealabilă și a unui ciclu de măsurare.

3.5. Repetarea acestui program pentru momentul cuplului negativ.

4. Rezultatele obținute

Prelucrarea rezultatelor experimentale s-a efectuat cu relațiile din STAS 9838-82 tabelul 1, calculându-se următoarele mărimi :

e_l eroarea de linearitate;

e_f eroarea de fidelitate determinată din amplitudine;

e_a eroarea de repetabilitate exprimată ca eroare medie pătratică experimentală;

e_h eroarea de histerezis;

e_k eroarea de calibrare.

Drept caracteristică de conversie lineară s-a considerat dreapta care trece prin zero și prin valoarea medie a semnalului de ieșire la treapta 0,8 M_n, M_n fiind momentul nominal al traductorului în cauză. Conform STAS 2872/1-86 tabelul 2, pentru numărul de determinări $n = 3$ șiruri de măsurări, valorile e_a s-au determinat cu relația $e_a = 0{,}5908 \cdot e_f$.

Incertitudinea determinărilor experimentale este dată în tabelul 3. Determinările experimentale s-au efectuat cu $n = 3$ șiruri de măsurări și anume :

— la nivelul de încredere $P^+ = 99$ % cu o incertitudine de 0,0179 . . .0,0997 % (media 0,0557 %) pentru valorile individuale, respectiv cu o incertitudine de 0,0103 . . . . . .0,0576 % (media 0,0322 %) pentru valorile medii;

MŰSZAKI INFO... KÖNYVTÁR ÉS KÖZPONT 1053 BUDAPEST

Tabelul 3

Incertitudinea determinărilor experimentale (n = 3 şiruri de măsurări)

Etalon itinerant al P.T.B.	500 Nm	1000 Nm	2000 Nm		5000 Nm
	nr. B12218	nr. B39698	nr. E34293	nr. 1.22—01	nr. 607001
Moment al cuplului	Pozitiv Negativ	Pozitiv Negativ	Pozitiv Negativ	Pozitiv Negativ	Pozitiv Negativ
Eroarea medie pătratică maximă $\lvert e_{a\max}\rvert$ %	0,0093 0,0108	0,0018 0,0018	0,0031 0,0019	0,0053 0,0060	0,0098 0,0063
Nivel de încredere	$P^+ = 99$ % (2,58 σ)				
Incertitudinea maximă a valorilor individuale % $t \lvert e_{a\max}\rvert = 9{,}92 \lvert e_{a\max}\rvert$	0,0923 0,1071	0,0179 0,0179	0,0308 0,0188	0,0526 0,0595	0,0972 0,0625
	0,0997	0,0179	0,0248	0,0561	0,0799
	0,0577				
Incertitudinea maximă a valorilor medii % $\frac{t}{\sqrt{n}} \lvert e_{a\max}\rvert = 5{,}73 \lvert e_{a\max}\rvert$	0,0533 0,0619	0,0103 0,0103	0,0178 0,0109	0,0304 0,0344	0,0562 0,0361
	0,0576	0,0103	0,0144	0,0324	0,0462
	0,0322				
Nivel de încredere	$P^+ = 95$ % (1,96 σ)				
Incertitudinea maximă a valorilor individuale % $t \lvert e_{a\max}\rvert = 4{,}30 \lvert e_{a\max}\rvert$	0,0400 0,0464	0,0077 0,0077	0,0133 0,0082	0,0228 0,0258	0,0421 0,0271
	0,0432	0,0077	0,0108	0,0243	0,0346
	0,0241				
Incertitudinea maximă a valorilor medii % $\frac{t}{\sqrt{n}} \lvert e_{a\max}\rvert = 2{,}48 \lvert e_{\max}\rvert$	0,0231 0,0268	0,0045 0,0045	0,0077 0,0047	0,0131 0,0149	0,0243 0,0156
	0,0250	0,0045	0,0062	0,0140	0,0200
	0,0139				

— la nivelul de încredere $P^+ = 95$ % cu o incertitudine de 0,0077...0,0432 % (media 0,0241 %) pentru valorile individuale, respectiv cu o incertitudine de 0,0045... ...0,0250 % (media 0,0139 %) pentru valorile medii.

5. Interpretarea rezultatelor

5.1. *Influenţa poziţiei de montare a traductorului*

Prin montarea traductoarelor la poziţiile 0°; 180°; 360° s-au obţinut semnalele de ieşire c_0; c_{180}; c_{360}. Diferenţele care apar la poziţiile 180° şi 360° faţă de poziţia iniţială 0° s-au calculat cu relaţiile:

$$\Delta_{180} = \frac{c_{180} - c_0}{c_0} \cdot 100\ \%;$$

$$\Delta_{360} = \frac{c_{360} - c_0}{c_0} \cdot 100\ \%$$

la fiecare treaptă de moment, cu menţiunea că valoarea determinată la zero în descărcare s-a calculat prin raportare la semnalul de ieşire de la 100 % M_n.

Valorile maxime ale acestor diferenţe sunt redate în tabelul 4, considerându-se toleranţa egală cu clasa, adică 0,1 % această toleranţă nefiind deocamdată normalizată. În tabelul 4 s-au calculat şi rezervele de toleranţă care apar la variaţia poziţiei de montare. Extrăgând rezervele de toleranţă din acest tabel, se obţin valorile din tabelul 5. Se observă rezerve de toleranţă medii mai mari (80,8 % la moment pozitiv şi 76,4 % la moment negativ) respectiv în medie 78,6 % la poziţia 360° ceea ce de fapt înseamnă revenirea la poziţia de montare iniţială, faţă de 19,2% la moment pozitiv şi 20,8 % la moment negativ, adică în medie o rezervă de 20,0 % la poziţia 180°.

5.2. *Erorile etaloanelor itinerante ale P.T.B. stabilite cu etalonul primar al I.N.M.*

Calculând rezervele de precizie ale caracteristicilor metrologice ale traductoarelor P.T.B. stabilite cu etalonul de 6 kNm al I.N.M., se

Tabelul 4

Influența poziției traductorului asupra semnalului de ieșire

Poziția de montare	Admis pt. cl. 0,1	Moment pozitiv				Moment negativ			
		Δ	Rezerva de toleranță		Treapta unde apare	Δ	Rezerva de toleranță		Treapta unde apare
	%	%	Abs.	%		%	Abs.	%	
500 Nm nr. B12218									
180°	±0,1000	0,1489	−0,0489	−48,9	20 % M_n încărcare	0,0848	0,0152	15,2	20 % M_n descărcare
360°	±0,1000	−0,0334	0,0666	66,6	40 % M_n descărcare	−0,0408	0,0592	59,2	20 % M_n descărcare
1000 Nm nr. B39698									
180°	±0,1000	−0,0517	0,0483	48,3	25 % M_n descărcare	−0,0485	0,0515	51,1	20 % M_n încărcare
360°	±0,1000	0,0185	0,0815	81,5	50 % M_n descărcare	−0,0411	0,0589	58,9	20 % M_n încărcare
2000 Nm nr. E34293									
180°	±0,1000	0,0200	0,0800	80,0	40 % M_n descărcare	−0,0243	0,0757	75,7	20 % M_n descărcare
360°	±0,1000	−0,0110	0,0890	89,0	20 % M_n descărcare	0,0057	0,0943	94,3	20 % M_n descărcare
2000 Nm nr. 1.22−01									
180°	±0,1000	−0,0740	0,0260	26,0	20 % M_n descărcare	0,0561	0,0439	43,9	20 % M_n descărcare
360°	±0,1000	0,0199	0,0801	80,1	20 % M_n încărcare	−0,0059	0,0941	94,1	40 % M_n descărcare
5000 Nm nr. 607001									
180°	±0,1000	−0,1098	−0,0098	−9,8	20 % M_n încărcare	0,1823	−0,0823	−82,3	20 % M_n încărcare
360°	±0,1000	0,0133	0,0867	86,7	20 % M_n descărcare	−0,0243	0,0757	75,7	20 % M_n încărcare

Tabelul 5

Rezerve de toleranță la poziționarea diferită în %

Nm	500	1000	2000		5000	Media %
nr.	B12218	B39698	E34293	1.22−01	607001	
180°						
Moment pozitiv	−48,9	48,3	80,0	26,0	−9,8	19,2
Moment negativ	15,2	51,5	75,7	43,9	−82,3	20,8
						Media : 20,0
360°						
Moment pozitiv	66,6	81,5	89,0	80,1	86,7	80,8
Moment negativ	59,2	58,9	94,3	94,1	75,7	76,4

Media : 78,6

Tabelul 6

Rezerve de precizie în % ale etaloanelor itinerante ale P.T.B.

Nm	500	1000	2000		5000	Media
nr.	B12218	B39698	E34293	1.22–01	607001	%
Moment pozitiv						
Linearitate	75,4	75,0	91,2	85,3	88,9	83,2
Fidelitate	68,6	93,8	89,4	82,2	66,8	80,2
Repetabilitate	69,0	94,0	89,7	82,3	67,3	80,5
Histerezis	84,0	69,2	97,0	58,8	92,6	80,3
Calibrare	—	—	83,1	—	0,5	41,8
						Media : 73,2
Moment negativ						
Linearitate	87,0	88,5	90,2	91,1	78,1	87,0
Fidelitate	63,6	93,8	93,4	79,8	78,6	81,8
Repetabilitate	64,0	94,0	93,7	80,0	79,0	82,1
Histerezis	85,4	80,0	87,0	81,8	82,2	83,3
Calibrare	—	—	83,2	—	5,9	44,6
						Media : 75,8

obţin valorile din tabelul 6. Se constată o rezervă de precizie medie de 73,2 % la moment pozitiv, respectiv de 75,8 % la moment negativ, independent de poziţia de montare.

6. Concluzii

Nu s-a depistat o influenţă negativă a poziţiei de montare a etaloanelor itinerante ale P.T.B. în maşina etalon de 6 kNm a I.N.M. în sensul scoaterii lor din clasă ; dimpotrivă, s-a obţinut o rezervă medie a toleranţei la montare de $(20{,}0 + 78{,}6)/2 = 49{,}3$ %. Caracteristicile metrologice ale etaloanelor itinerante ale P.T.B. determinate pe maşina etalon de 6 kNm a I.N.M. s-au confirmat integral, cu o rezervă de precizie medie de $(73{,}2 + 75{,}8)/2 = 74{,}5$ %, adică rezultate compatibile obţinute la compararea acestor etaloane.

BIBLIOGRAFIE

[1] * * * Comparaţii internaţionale cu P.T.B. ale etaloanelor primare pentru momentul cuplului de forţe de 6 kNm şi 200 Nm. Studiu I.N.M.B. 1993.

[2] *Lambert V., Fântânaru N.* ,Deadweight standard machines for static torque moment reproduction. Bulletin O.I.M.L. Paris, no. 89/1982, pag. 22–34.

[3] *Millea A.* ,Cartea metrologului. Metrologie generală. Editura tehnică, Bucureşti 1985, pag. 222–226.

[4] *Millea A.* ,Comparaţiile interlaboratoare, acte de importanţă majoră în lumea metrologiei. Metrologia aplicată Bucureşti, nr. 3/1987, pag. 134–136.

[5] *Peschel D.* ,Ein neues Konzept der komplexen Prüfung von Drehmomentaufnehmern mit hohen Genauigkeitsanforderungen. Al 6-lea Simpozion naţional de tensometrie, Craiova 24–25 Sept. 1992, vol. 1, pag. 255.

[6] *Raţiu M.* ,Realizările Secţiei din Timişoara a Institutului de Metrologie. Metrologia aplicată Bucureşti, nr. 8–9/1966, pag. 386–396.

Utilizarea multiplexoarelor analogice în realizarea unui ohmmetru digital controlat de calculator

BRÂNDUŞA PANTELIMON, CONSTANTIN ILIESCU, SORIN DAN GRIGORESCU *

Abstract: *Automatic resistance measurement with resolutions from 100 μΩ to 100 Ω requires an appropriate digital ohmmeter. A new and interesting solution for range switching, even over such a large interval (six decades), is offered by static switches.*

Résumé: *Le mesurage automatique des résistances avec des résolutions de 100 μΩ â 100 Ω nécessite la réalisation d'un ohmmetre numérique adéquat. Une nouvelle et intéresante solution pour le sélecteur des gammes, même dans un interval si large (six décades), est offerte par les commutateurs statiques.*

Introducere

În realizarea unui ohmmetru digital cu şapte game de măsurare de la 100 mΩ pînă la 100 kΩ, cu comutare automată a gamelor şi cu posibilităţi de cuplare la calculator se impun cîteva consideraţii iniţiale :

— pentru performanţele cerute la rezistenţe mici (game de 100 mΩ...1 Ω) este necesară utilizarea unei scheme de măsurare în patru puncte ;

— comutarea gamelor trebuie să fie adecvată controlului automat, soluţia adoptată fiind cea a comutării statice cu dispozitive integrate tip MOS ;

— curenţii maximi de măsurare, compatibil cu tehnica MOS fiind mici (de ordinul zeciloi de miliamperi) face necesară amplificarea pur ternică a semnalului, caz în care se face simţită necesitatea unei tehnici de compensare automată a tensiunii de decalaj.

S-a utilizat o structură de amplificator de instrumentaţie cu câştig comutabil şi autozero.

Schema bloc a aparatului este prezentată în figura 1,

unde :

I_{ref} generator de curent de referinţă comutabil în 7 decade de la 10 μ A la 100 mA ;

AI amplificator de măsurare cu autozero şi câştig comutabil de 1 ; 10 ; 100 ;

V voltmetru electronic.

Schema de măsurare propusă cu generator de curent constant şi măsurare a căderii de tensiune pe voltmetru asigură atât o simplitate maximă cât şi avantajele unei protejări relativ simple la conectări accidentale.

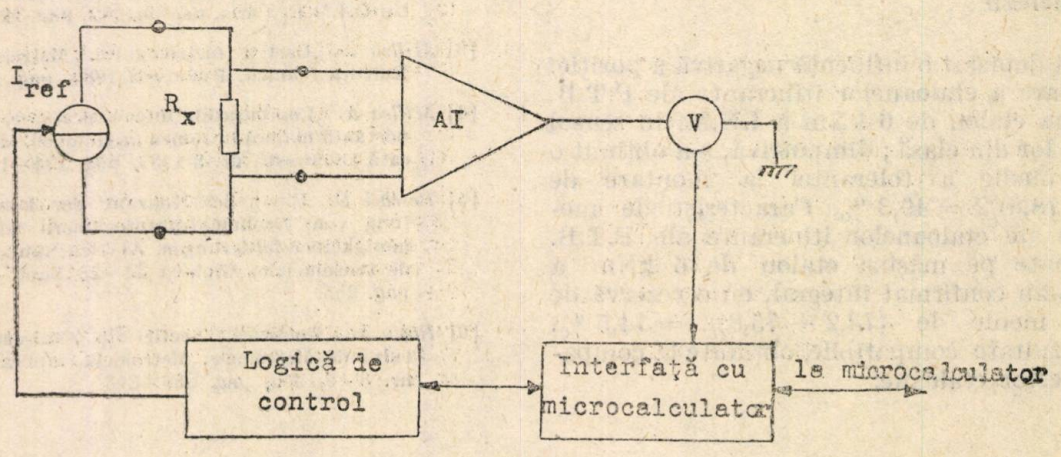


Fig. 1

Generatorul de curent constant

În figura 2 este prezentată principial metoda de compensare în punte a unei tensiuni de referinţă pe un rezistor etalon, ansamblul oferind proprietăţile unui generator ideal de curent.

* Universitatea „Politehnica" Bucureşti, Facultatea Electrotehnică, Splaiul Independenţei nr. 313.

Relaţiile de funcţionare sunt :

$$U_{ref\,1} = U_{ref} \frac{R_1}{R_1 + R_2} \tag{1}$$

$$I_{ref} = \frac{U_{ref\,1}}{R_e} = U_{ref} \frac{R_1}{R_e(R_1 + R_2)} \tag{2}$$

$$U_x = R_x \cdot I_{ref} \tag{3}$$

Schimbarea curentului I_{ref} funcţie de domeniul în care se încadrează R_x implică schimbarea rezistorului etalon R_x pentru obţinerea unor performanţe optime. Un multiplexor analogic *MOS* asigură comutarea rezistenţelor etalon conform schemei din figura 3.

Multiplexorul *MUX* 1 asigură comutarea rezistenţelor, dar pentru ca rezistenţa proprie de canal deschis a tranzistoarelor MOS din compensare să nu altereze prin înseriere valoarea rezistoarelor etalon R_e şi implicit a curentului de referinţă, s-a montat multiplexorul suplimetar *MUX* 2 tandem cu *MUX* 1, care realizează închiderea buclei de reacţie a amplificatorului operaţional înaintea multiplexorului 1 ceea ce face ca influenţa rezistenţelor sale parazite să

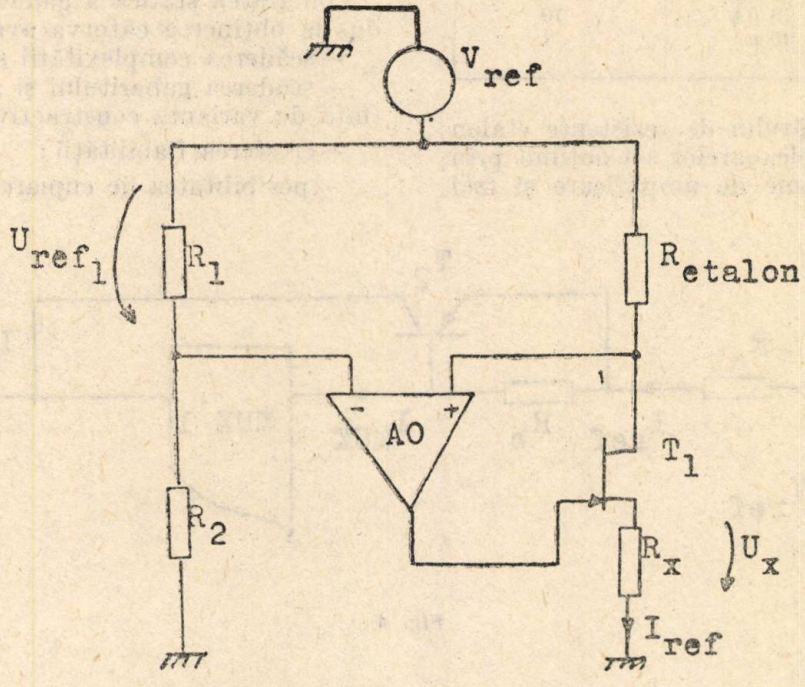


Fig. 2

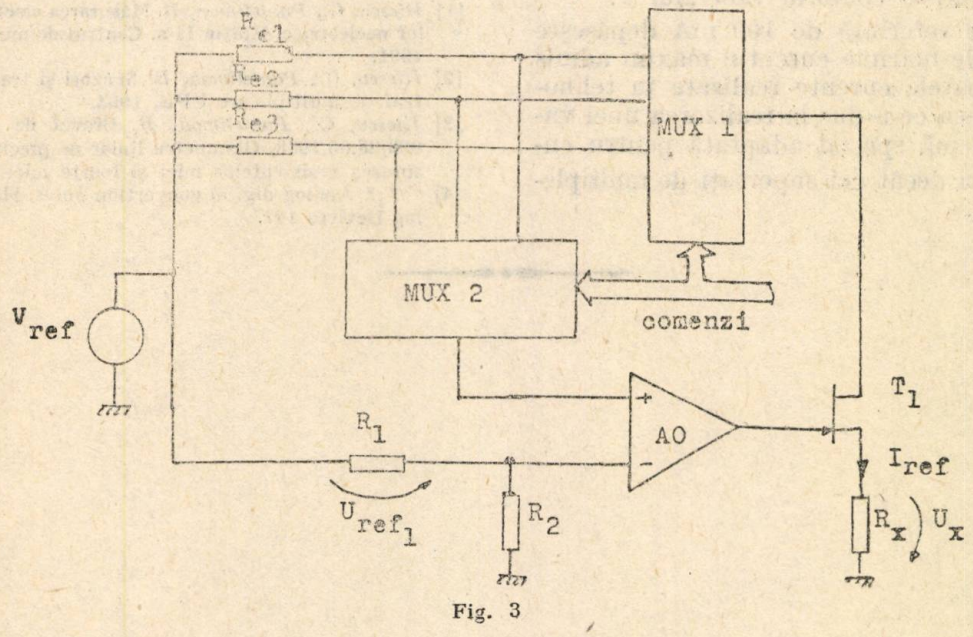


Fig. 3

fie practic anulată. Rezistenţa parazită a multiplexorului 2 este ea însăşi neglijabilă datorită impedanţei mari de intrare a amplificatorului operaţional.

Tabelul 1

Gama de măsurare R_x	Curentul de referinţă I_{ref}	Amplificarea AI
100 mΩ	100 mA	× 100
1 Ω	100 mA	× 10
10 Ω	100 mA	× 1
100 Ω	1 mA	× 10
1 kΩ	1 mA	× 1
10 kΩ	10 μA	× 10
100 kΩ	10 μA	× 1

Optimizarea numărului de rezistenţe etalon şi de cele ale multiplexoarelor s-a obţinut prin utilizarea a trei game de amplificare şi trei curenţi de referinţă pentru toate cele şapte game de măsurare conform tabelului 1.

Curentul de referinţă de 100 mA depăşeşte cu un ordin de mărime curentul maxim admis de multiplexoarele curente realizate în tehnologie *MOS*, ceea ce a dus la realizarea unei variante de schemă special adaptată pentru curenţi mai mari decât cei suportaţi de multiplexorul *MOS*.

În schema ilustrată în fig. 4 tranzistorul bipolar T_2 se deschide şi respectiv se închide odată cu canalul corespunzător al multiplexorului, fiind comandat chiar de curentul care circulă prin acesta.

În acest fel curentul de referinţă de la intrare nu este afectat la ieşire, iar curentul prin canalul multiplexor este dimensionat conform formulei :

$$I_{MUX} \approx \frac{U_{EB}}{R_b} + I_{BT_2}$$

Concluzii

Comutarea statică a gamelor de măsurare a dus la obţinerea câtorva avantaje :

— scăderea complexităţii schemei ;

— scăderea gabaritului şi a preţului de cost (faţă de varianta constructivă cu relee) ;

— creşterea fiabilităţii ;

— posibilitatea de cuplare la calculator.

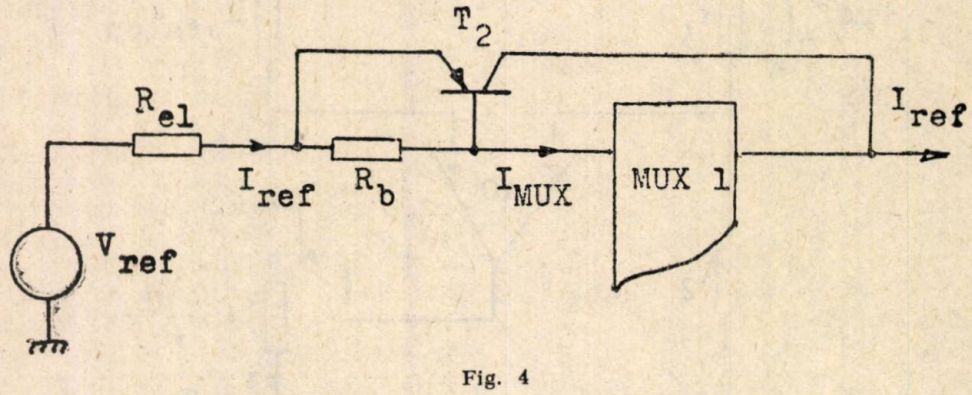


Fig. 4

BIBLIOGRAFIE

[1] *Iliescu, C., Pantelimon, B.* Măsurarea electrică a mărimilor neelectrice. Ediţia II-a. Centrul de multiplicare IPB, 1991.

[2] *Iliescu, C., Pantelimon, B.* Senzori şi traductoare. Centrul de multiplicare UPB, 1993.

[3] *Iliescu, C., Pantelimon, B.* Brevet de invenţie nr. 693/28.09.1988, Ohmmetru liniar de precizie pentru măsurarea rezistenţelor mici şi foarte mici.

[4] * * * Analog digital convertion notes. Hand-book Analog Devices 1977.

Metode de evaluare a incertitudinii de etalonare a termometrelor cu rezistenţa din platină în intervalul de temperatură (0... 419, 527)°C

SONIA TĂNASE *

Abstract: *The paper depicts two calculus methods, used to estimate the calibration uncertainty of platinum resistance thermometers, within the range (0...419,527)°C, and to establish the way in which the measurement uncertainty for fixed points within this temperature range propagates. One of these methods, which is based upon the exact solution of the interpolation equation, is rigorous but laborious. The other makes use of the approximation $W(T_{90}) = W_r(T_{90})$, already used by other authors, which considerably simplifies the calculus.*

Résumé: *On présente et on discute deux méthodes de calcul utilisées pour estimer l'incertitude d'étalonnage des thermometres à resistance de platine, dans l'intervalle (0...419,527) °C, et pour établir le mode de propagation de l'incertitude de mesurage des points fixes dans cet intervalle de températures. Une de cettes méthodes, qui se base sur la solution exacte de l'équation d'interpolation, est rigoureuse, mais trés laborieuse. L'autre se base sur l'approximation $W(T_{90}) = W_r(T_{90})$, utilisée aussi par d'autres auteurs, qui simplifie considérable le calcul.*

1. Introducere

În conformitate cu Scara Internaţională de Temperatură din 1990 (SIT−90 [1]), etalonarea unui termometru cu rezistenţă din platină implică măsurarea rezistenţei sale electrice la puncte fixe de definiţie specificate şi determinarea, pe baza valorilor obţinute, a caracteristicii $W = f(T_{90})$ prin intermediul unor formule de interpolare, de asemenea, specificate.

Dar, rezistenţa electrică a unui termometru cu rezistenţă din platină se măsoară, la fiecare dintre punctele fixe, cu o anumită incertitudine. Pe de altă parte, valorile $W(T_{90})$ se determină prin calcul pe baza rezultatelor acestor măsurări. Ca urmare, pentru estimarea incertitudinii de determinare a valorilor $W(T_{90})$ trebuie să se evalueze efectul asupra respectivelor valori al incertitudinilor de măsurare la punctele fixe. Această evaluare are la bază teoria propagării incertitudinilor de măsurare.

Pentru stabilirea modului de evaluare a incertitudinii de etalonare a termometrelor cu rezistenţă din platină în intervalul (0... ...419,527)°C, respectiv pentru stabilirea modului de propagare a incertitudinilor de măsurare la punctele fixe în acest interval, în articol vor fi prezentate şi analizate două metode de calcul:

— O metodă bazată pe soluţia exactă a ecuaţiei de interpolare. Este o metodă riguroasă, dar complexă şi laborioasă; în plus, folosirea sa necesită efectuarea tuturor calculelor pe care le implică la fiecare termometru supus etalonării. Aceste dezavantaje au făcut ca metoda să nu fie abordată de specialişti în studiul propagării incertitudinilor de măsurare în intervalul (0... ...419,527)°C. Va fi studiată, totuşi, în articolul de faţă deoarece furnizează cele mai exacte rezultate; ca urmare, am denumit aceast ametodă — *metoda exactă*.

— O metodă bazată pe aproximaţia $W(T_{90}) = W_r(T_{90})$, aproximaţie care a mai fost utilizată de unii autori [2, 3] şi care simplifică foarte mult calculele. Elementul de noutate pe care îl aduce tratarea metodei în cadrul acestui articol îl constituie structurarea calculelor şi sintetizarea rezultatelor astfel încât acestea să devină valabile pentru orice termometru etalon cu rezistenţă din platină; ca urmare, am denumit noua metodă stabilită — *metoda generală*. Un alt element de noutate îl reprezintă evaluarea erorilor introduse prin aproximaţia folosită; pentru aceasta, rezultatele obţinute prin metoda generală sunt comparate cu rezultatele de referinţă determinate cu metoda exactă.

2. Unele consideraţii privind legea de propagare a incertitudinilor de măsurare

În majoritatea cazurilor, un măsurand Y nu este măsurat direct ci depinde de alte N mărimi măsurabile $X_1, X_2, \ldots, X_N$, dependenţă exprimată printr-o relaţie funcţională f:

$$Y = f(X_1, X_2, \ldots, X_N). \qquad (1)$$

Estimaţia măsurandului Y, notată cu y, este obţinută din ecuaţia (1) pe baza estimaţiilor $x_1, x_2, \ldots, x_N$ ale celor N mărimi $X_1, X_2, \ldots$ $\ldots, X_N$. În acest fel, estimaţia mărimii de ieşire y, care reprezintă rezultatul măsurării, va fi dată de:

$$y = f(x_1, x_2, \ldots, x_N).$$

* Institutul Naţional de Metrologie, şos. Vitan Bârzeşti nr. 11, sector 4, Bucureşti.

Estimația erorii medii pătratice a estimației y, denumită incertitudine standard (sau incertitudine la nivel de 1 σ) compusă și notată cu $u_c(y)$ este determinată cu ajutorul estimațiilor erorilor medii pătratice ale estimațiilor x_i, denumite incertitudini standard și notate cu $u(x_i)$. O incertitudine standard $u(x_i)$ este determinată, la rândul său, prin compunerea incertitudinilor standard de tip A și de tip B.

În cazul în care mărimile X_i sau estimațiile lor x_i sunt corelate, varianța (sau dispersia) compusă $u_c^2(y)$ a rezultatului măsurării se exprimă prin:

$$u_c^2(y) = \sum_{i=1}^{N} \sum_{j=1}^{N} \left[\frac{\partial f}{\partial x_i}\right]\left[\frac{\partial f}{\partial x_j}\right] u(x_i, x_j) =$$

$$= \sum_{i=1}^{N} \left[\frac{\partial f}{\partial x_i}\right]^2 u^2(x_i) +$$

$$+ 2 \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^{N} \left[\frac{\partial f}{\partial x_i}\right]\left[\frac{\partial f}{\partial x_j}\right] u(x_i, x_j) \qquad (2)$$

unde x_i și x_j sunt estimațiile lui X_i și, respectiv, X_j iar $u(x_i, x_j) = u(x_j, x_i)$ este covarianța lui x_i și x_j. Gradul de corelație dintre x_i și x_j este caracterizat prin coeficientul de corelație:

$$r(x_i, x_j) = \frac{u(x_i, x_j)}{u(x_i)\, u(x_j)}$$

unde $r(x_i, x_j) = r(x_j, x_i)$ și $-1 \leqslant r(x_i, x_j) \leqslant 1$.

Dacă estimațiile x_i și x_j sunt independente, atunci $r(x_i, x_j) = 0$ și o variație a uneia dintre ele nu implică și variația celeilalte.

În termenii coeficienților de corelație, covarianța din relația (2) poate fi scrisă astfel:

$$u(x_i, x_j) = u(x_i)\, u(x_j)\, r(x_i, x_j).$$

Ca urmare, relația (2) capătă forma:

$$u_c^2(y) = \sum_{i=1}^{N} \left[\frac{\partial f}{\partial x_i}\right]^2 u^2(x_i) + \sum_{i=1}^{N} \sum_{j=i+1}^{N} \cdot$$

$$\left[\frac{\partial f}{\partial x_i}\right]\left[\frac{\partial f}{\partial x_j}\right] \cdot u(x_i)\, u(x_j)\, r(x_i, x_j) \qquad (3)$$

care constituie *legea de propagare a incertitudinilor de măsurare.*

3. Două metode de evaluare a incertitudinii de etalonare a termometrelor cu rezistența din platină în intervalul de temperatură (0 . . . 419,527)°C

Plecând de la forma generală a legii de propagare a incertitudinilor de măsurare, prezentată în capitolul precedent, putem trece la particularizarea sa pentru intervalul de temperatură (0 . . . 419,527)°C.

În acest interval, curba de etalonare $W = f(T_{90})$ a unui termometru cu rezistență din platină se determină prin măsurarea rezistenței sale electrice la punctul triplu al apei (0,01 °C) și la punctele de solidificare ale staniului (231,928°C) și zincului (419,527 °C), precum și prin interpolarea între valorile acestor puncte fixe cu ajutorul funcției abatere:

$$W(T_{90}) - W_r(T_{90}) = a[W(T_{90}) - 1] +$$

$$+ b[W(T_{90}) - 1]^2 \qquad (4)$$

în care:

— $W(T_{90})$ reprezintă raportul dintre rezistențele electrice ale termometrului la temperatura T_{90} și, respectiv, la temperatura punctului triplu al apei:

$$W(T_{90}) = R(T_{90})/R(0{,}01\ °C); \qquad (5)$$

— $W_r(T_{90})$ constituie o funcție de referință:

$$W_r(T_{90}) = C_0 + \sum_{i=1}^{9} C_i \left(\frac{T_{90}/\mathrm{K} - 754{,}15)}{481}\right)^i \qquad (6)$$

ai cărei coeficienți C_0 și $C_i (i = 1, 2, \ldots, 9)$ au valorile date în tabelul 1.

Tabelul 1

Valorile coeficienților funcției de referință $W_r(T_{90})$

C_0	2,781 572 54	C_5	0,005 118 68
C_1	1,646 509 16	C_6	0,001 879 82
C_2	−0,137 143 90	C_7	−0,002 044 72
C_3	−0,006 497 67	C_8	−0,000 461 22
C_4	−0,002 344 44	C_9	0,000 457 24

Dacă se folosesc notațiile:

$R(\mathrm{Sn})$ = rezistența electrică a termometrului la temperatura punctului de solidificare al staniului

$R(\mathrm{Zn})$ = rezistența electrică a termometrului la temperatura punctului de solidificare al zincului

$W(\mathrm{Sn}) = R(\mathrm{Sn})/\mathrm{R}(0{,}01\ °C)$

$W(\mathrm{Zn}) = R(\mathrm{Zn})/\mathrm{R}(0{,}01\ °C)$,

atunci caracteristica $W = f(T_{90})$ a termometrului se calculează cu relaţia :

$$W(T_{90}) = W_r(T_{90}) + \frac{[W(\mathrm{Sn}) - W_r(\mathrm{Sn})]\,[W(\mathrm{Zn}) - 1]^2 - [W(\mathrm{Zn}) - W_r(\mathrm{Zn})]\,[W(\mathrm{Sn}) - 1]^2}{[W(\mathrm{Sn}) - 1]\,[W(\mathrm{Zn}) - 1]\,[W(\mathrm{Zn}) - W(\mathrm{Sn})]} \times$$

$$\times\,[W(T_{90}) - 1] + \frac{[W(\mathrm{Zn}) - W_r(\mathrm{Zn})]\,[W(\mathrm{Sn}) - 1] - [W(\mathrm{Sn}) - W_r(\mathrm{Sn})]\,[W(\mathrm{Zn}) - 1]}{[W(\mathrm{Sn}) - 1]\,[W(\mathrm{Zn}) - 1]\,[W(\mathrm{Zn}) - W(\mathrm{Sn})]} \times$$

$$\times\,[W(T_{90}) - 1]^2. \qquad (7)$$

Prin definiţie, $W_r(T_{90})$, $W_r(\mathrm{Sn})$ şi $W_r(\mathrm{Zn})$ sunt constante. Rezultă că valoarea raportului $W(T_{90})$ depinde numai de valorile rapoartelor $W(\mathrm{Sn})$ şi $W(\mathrm{Zn})$, specifice fiecărui termometru cu rezistenţă din platină :

$$W(T_{90}) = f(W(\mathrm{Sn}),\ W(\mathrm{Zn})).$$

Valorile $W(\mathrm{Sn})$ şi $W(\mathrm{Zn})$ se determină cu incertitudinile $u_{W(\mathrm{Sn})}$ şi $u_{W(\mathrm{Zn})}$, rezultate în urma măsurărilor la cele trei puncte fixe şi care se propagă în valoarea lui $W(T_{90})$ prin relaţia (7).

Incertitudinea de determinare a valorii $W(T_{90})$, în care sunt propagate $u_{W(Sn)}$ şi $u_{W(Zn)}$, în conformitate cu relaţia (3), se exprimă prin :

$$u_W = \left[\left(\frac{\partial W}{\partial W(\mathrm{Sn})}\right)^2 u^2_{W(\mathrm{Sn})} + \left(\frac{\partial W}{\partial W(\mathrm{Zn})}\right)^2 \cdot u^2_{W(\mathrm{Zn})} + 2r\left(\frac{\partial W}{\partial W(\mathrm{Sn})}\right)\left(\frac{\partial W}{\partial W(\mathrm{Zn})}\right) u_{W(\mathrm{Sn})} u_{W(\mathrm{Zn})}\right]^{1/2} \qquad (8)$$

unde :

r coeficientul de corelaţie între $W(\mathrm{Sn})$ şi $W(\mathrm{Zn})$;

u_W incertitudinea de determinare a valorii $W(T_{90})$.

Derivatele parţiale $\partial W/\partial W(\mathrm{Sn})$ şi $\partial W/\partial W(\mathrm{Zn})$ din expresia de mai sus pot fi obţinute din soluţia exactă a ecuaţiei (7) sau din soluţia exactă a unei forme simplificate a acesteia, care rezultă în urma unor aproximaţii. În acest scop, respectiv pentru evaluarea incertitudinii compuse u_W, ca urmare a propagării incertitudinilor parţiale $u_{W(\mathrm{Sn})}$ şi $u_{W(\mathrm{Zn})}$ în intervalul (0 ... ...419,527) °C, am stabilit două metode de calcul ce vor fi prezentate în continuare.

3.1 *Metoda exactă*

Această metodă include următoarele etape :

— rezolvarea ecuaţiei (7) în W ;

— derivarea soluţiei exacte rezultate în raport cu $W(\mathrm{Sn})$ şi, respectiv, în raport cu $W(\mathrm{Zn})$;

— înlocuirea expresiilor celor două derivate parţiale în relaţia (8).

Întrucât expresiile obţinute pentru soluţia ecuaţiei (7), precum şi pentru cele două derivate parţiale sunt foarte lungi, transcrierea lor aici ar ocupa un spaţiu nejustificat de mare în economia articolului. Aceste expresii pot fi, însă, puse la dispoziţia celor interesaţi, împreună cu un listing al programului de calculator, care stabileşte forma expresiilor respective prin calcul simbolic şi le utilizează, apoi, direct în calculele numerice ulterioare.

Pentru a se pune în evidenţă modul de propagare a $u_{W(\mathrm{Sn})}$ şi $u_{W(\mathrm{Zn})}$, trebuie ca diferitelor variabile din expresia obţinută pentru u_W să li se atribuie valori numerice (ceea ce nu va afecta, însă, generalitatea concluziilor). Astfel, pentru incertitudinile de măsurare la cele trei puncte fixe s-au ales valorile :

$$u_{0,01}{}^{\circ}\mathrm{C} = u_{t(\mathrm{Sn})} = u_{t(\mathrm{Zn})} = 1\ \mathrm{mK}$$

rezultând

$$u_{W(\mathrm{Sn})} = 8{,}55 \cdot 10^{-6} \text{ şi } u_{W(\mathrm{Zn})} = 10{,}99 \cdot 10^{-6}.$$

Pentru rapoartele $W(\mathrm{Sn})$ şi $W(\mathrm{Zn})$, dintre datele experimentale s-au ales valorile :

$$W(\mathrm{Sn}) = 1{,}892\,583\,5 \text{ şi } W(\mathrm{Zn}) = 2{,}568\,515\,2,$$

după criteriul abaterii maxime faţă de $W_r(\mathrm{Sn})$ şi, respectiv, $W_r(\mathrm{Zn})$, din considerente care vor fi relevate ulterior.

Întrucât valoarea coeficientului de corelaţie r nu a putut fi stabilită pe cale teoretică, s-au atribuit acestuia diferite valor [2,3] ($r_1 = 1$; $r_2 = 0{,}5$; $r_3 = 0$; $r_4 = -0{,}5$; $r_5 = -1$), urmând ca din interpretarea rezultatelor să se deducă valoarea sa cea mai exactă.

În fig. 1 au fost réprezentate grafic, în funcţie de r şi temperatură, valorile incertitudinilor u_W stabilite cu metoda exactă.

Din fig. 1 se observă că :

— valorile u_W sunt minime pentru $r = 1$ şi sunt maxime pentru $r = -1$, în subintervalul (0...231,928) °C şi, respectiv, sunt maxime pentru $r = 1$ şi sunt minime pentru $r = -1$, în subintervalul (231,928...419,527)°C ;

— valorile u_W la temperatura de solidificare a staniului şi, respectiv, a zincului sunt egale cu $u_{W(\mathrm{Sn})}$ şi, respectiv, $u_{W(\mathrm{Zn})}$, pentru orice valoare a coeficientului de corelaţie r ;

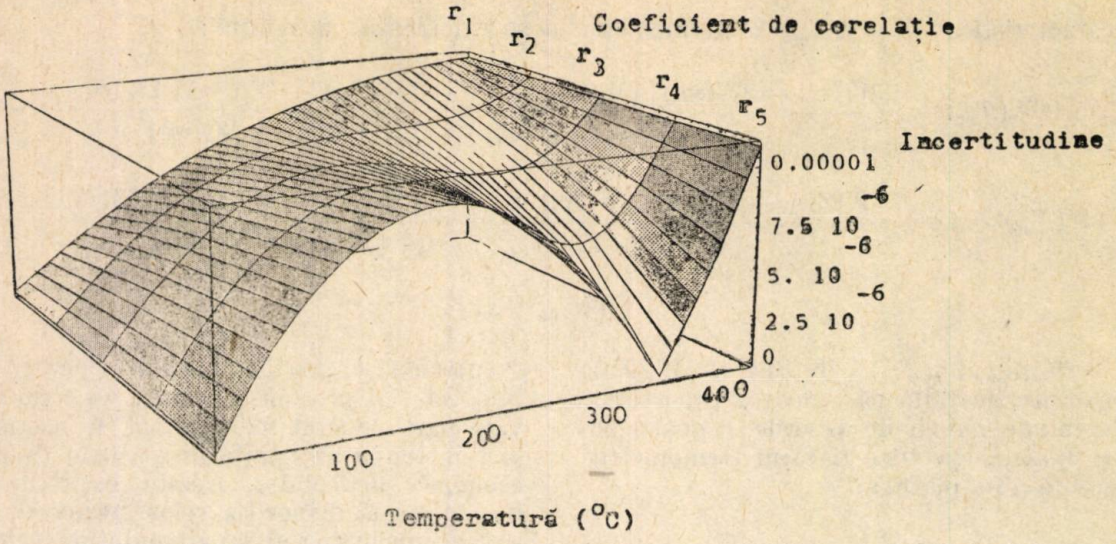


Fig. 1 Modul de propagare a $u_{W(Sn)}$ și $u_{W(Zn)}$ în u_W (metoda exactă)

— valoarea u_W pentru $r = 0$ reprezintă aproximativ media aritmetică a celorlalte 4 valori u_W, calculate pentru $r = -1$; $-0,5$; $0,5$ și 1 (eroarea de aproximație fiind de maximum 5% din incertitudinea de măsurare la punctele fixe, este neglijabilă) ;

— diferențele dintre valorile u_W calculate pentru $r = 0$ și, respectiv, pentru oricare altă valoare a lui r sunt neglijabile în raport cu $u_{W(Sn)}$ și $u_{W(Zn)}$.

Pe baza acestor observații se poate concluziona că cea mai bună alegere a valorii coeficientului de corelație o constituie $r = 0$, aceasta exprimând independența variabilelor $W(Sn)$ și $W(Zn)$, ceea ce reduce relația (8) la :

$$u_W = \left[\left(\frac{\partial W}{\partial W(Sn)}\right)^2 u^2_{W(Sn)} + \left(\frac{\partial W}{\partial W(Zn)}\right)^2 u^2_{W(Zn)}\right]^{1/2}. \quad (9)$$

expresiile rezultate includ valorile $W(Sn)$ și $W(Zn)$, specifice unui anumit termometru).

3.2 *Metoda generală*

Pentru a înlătura dezavantajele metodei exacte, am introdus în relația (7) aproximația consacrată $W(T_{90}) = W_r(T_{90})$. Modalitatea de abordare a calculelor este însă diferită de cea a altor autori [2,3] și are drept scop obținerea rezultatelor într-o formă care reduce contribuția utilizatorilor doar la câteva operații algebrice elementare.

Aproximația folosită simplifică mult expresiile derivatelor parțiale $\partial W/\partial W(Sn)$ și $\partial W/\partial W(Zn)$. Dacă se fac și aproximațiile $W(Sn) = W_r(Sn)$ și $W(Zn) = W_r(Zn)$, aceste expresii se reduc la :

$$\frac{\partial W}{\partial W(Sn)} = \frac{[W_r - 1]\,[W_r - W_r(Zn)]\,[W_r(Sn) + W_r(Zn) - W_r(Sn) \times W_r(Zn) - 1]}{[W_r(Sn) - 1]^2\,[W_r(Zn) - 1]\,[W_r(Zn) - W_r(Sn)]} \quad (10)$$

$$\frac{\partial W}{\partial W(Zn)} = \frac{[W_r - 1]\,[W_r - W_r(Sn)]\,[-W_r(Sn) - W_r(Zn) + W(Sn) \times W(Zn) + 1]}{[W_r(Sn) - 1]\,[W_r(Zn) - 1]^2\,[W_r(Zn) - W_r(Sn)]} \quad (11)$$

Metoda de calcul prezentată până aici are marele avantaj de a furniza rezultatele cele mai exacte. Pe de altă parte, însă, această metodă prezintă o serie de dezavantaje și anume, complexitatea și volumul mare al calculelor, precum și necesitatea efectuării acestora pentru fiecare termometru supus etalonării în parte (întrucât

Se observă că în aceste expresii nu mai apare nici o variabilă care să depindă de rezultatele măsurărilor la cele trei puncte fixe. Ca urmare, derivatele parțiale devin niște constante, comune tuturor termometrelor cu rezistență din platină supuse etalonării. Pentru a facilita utilizarea acestei metode, valorile $\partial W/\partial W(Sn)$ și $\partial W/\partial W(Zn)$ au fost calculate din 10°C în 10°C, și sunt înscrise în tabelul 2.

Tabelul 2

Valorile derivatelor parțiale $\partial W/\partial W$(Sn) și $\partial W/\partial W$ (Zn)

t, C°	$\partial W/\partial W$(Sn)	$\partial W/\partial W$(Zn)	t, °C	$\partial W/\partial W$(Sn)	$\partial W/\partial W$(Zn)
0	0,000	0,000	220	1,013	−0,035
10	0,101	−0,032	230	1,002	−0,006
20	0,196	−0,061	240	0,988	0,026
30	0,286	−0,087	250	0,968	0,060
40	0,370	−0,110	260	0,945	0,097
50	0,449	−0,130	270	0,917	0,137
60	0,523	−0,146	280	0,884	0,179
70	0,591	−0,160	290	0,848	0,223
80	0,655	−0,172	300	0,807	0,269
90	0,712	−0,180	310	0,761	0,318
100	0,765	−0,185	320	0,712	0,369
110	0,813	−0,188	330	0,658	0,423
120	0,856	−0,187	340	0,601	0,479
130	0,893	−0,184	350	0,539	0,537
140	0,926	−0,178	360	0,473	0,597
150	0,953	−0,170	370	0,403	0,659
160	0,976	−0,158	380	0,329	0,724
170	0,994	−0,144	390	0,252	0,791
180	1,007	−0,128	400	0,170	0,859
190	1,016	−0,109	410	0,085	0,930
200	1,019	−0,087	420	−0,004	1,004
210	1,018	−0,062			

În fig. 2 sunt reprezentate grafic, în funcție de r și temperatură, valorile incertitudinilor u_W stabilite cu metoda generală, folosindu-se aceleași valori :

$$u_W = 8{,}55 \cdot 10^{-6}$$

$$u_W = 10{,}99 \cdot 10^{-6}$$

$$r = -1\,;\ -0{,}5\,;\ 0\,;\ 0{,}5\,;\ 1$$

ca și în cazul metodei exacte.

Se constată că observațiile desprinse din analiza suprafețelor reprezentate în fig. 1 sunt valabile și în cazul reprezentării grafice din fig. 2, ceea ce conduce și aici la alegerea coeficientului de corelație nul ($r = 0$). În aceste condiții, calcularea valorilor incertitudinii compuse de etalonare u_W ale unui termometru devine extrem de simplă și se reduce doar la câteva operații algebrice între valorile derivatelor parțiale înscrise în tabelul 2 și valorile incertitudinilor parțiale de măsurare $u_{W(Sn)}$ și $u_{W(Zn)}$.

Pentru caracterizarea metodei bazate pe aproximații în raport cu metoda exactă, în fig. 3 au fost reprezentate grafic diferențele Δu_W dintre valorile u_W calculate cu metoda generală și valorile u_W de referință determinate cu metoda exactă.

Din fig. 3 rezultă că diferențele Δu_W sunt neglijabile în raport cu incertitudinile de măsurare la punctele fixe. Deoarece rezultatele obținute cu cele două metode sunt aproape identice, deși rapoartelor W(Sn) și W(Zn) li s-au atribuit valorile cele mai depărtate și, respectiv, cele mai apropiate de W_r(Sn) și W_r(Zn), se poate aprecia că cea de-a doua metodă este aproape la fel de exactă cu prima metodă și că valorile din tabelul 2 sunt valabile și utilizabile pentru orice termometru cu rezistență din platină, care se etalonează în intervalul (0 ... ...419,527) °C.

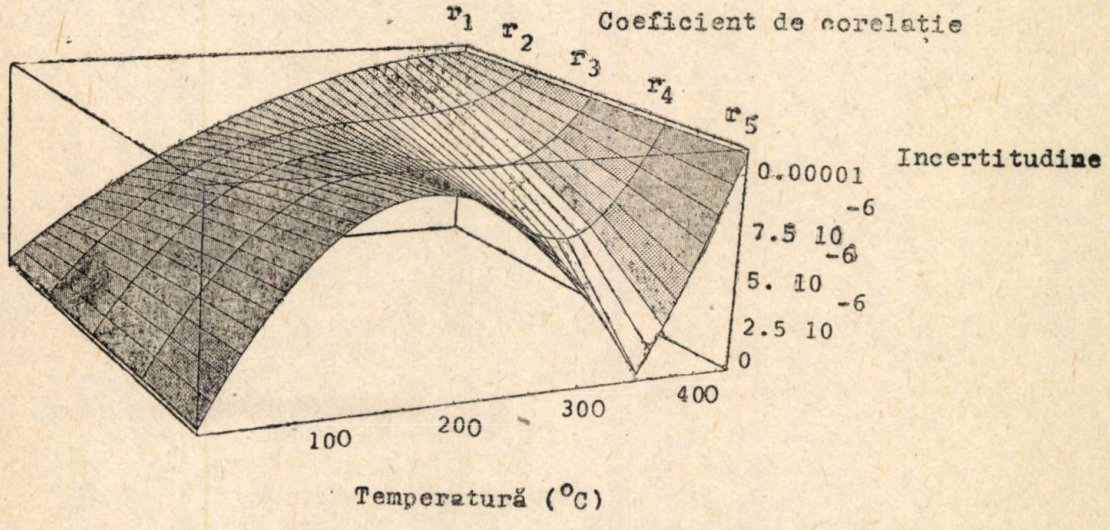


Fig. 2. Modul de propagare a $u_{W(Sn)}$ și $u_{W(Zn)}$ în u_W (metoda generală)

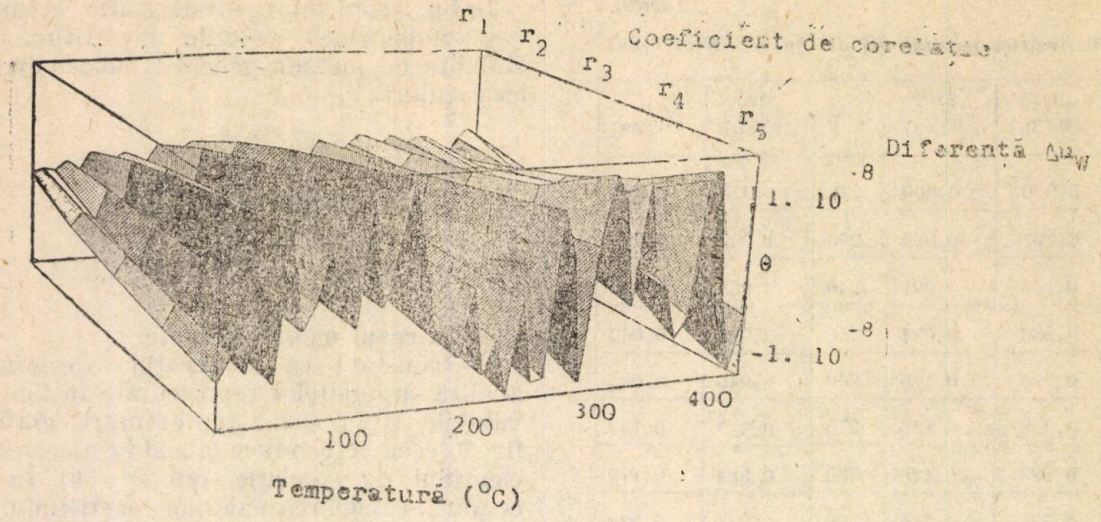


Fig. 3. Diferențele Δu_W dintre valorile u_W determinate cu cele două metode

4. Concluzii

A. Cele două metode prezentate în acest articol dau rezultate care diferă nesemnificativ (doar cu câțiva μK) între ele. Se poate, deci, aprecia că metoda exactă și metoda generală sunt practic la fel de exacte.

B. Simplitatea deosebită și caracterul mult mai general de aplicabilitate prezentate de metoda bazată pe aproximația $W(T_{90}) = W_r(T_{90})$ fac această metodă accesibilă tuturor persoanelor care certifică și utilizează termometre etalon cu rezistență din platină în conformitate cu SIT-90.

BIBLIOGRAFIE

[1] * * * Echelle Internationale de Température de 1990 ; Bulletin du BNM, nr. 79, 1990.

[2] *Hermier Y., Bonnier G.*, Mise en place de l'EIT-90 ; Bulletin du BNM, nr. 79, 1990.

[3] *Renaot, E., Elgourdou M., Bonnier G.*, Mise en place de l'EIT-90 (suite) entre 0 °C et 419,527 °C ; Bulletin du BNM, nr. 90, 1992.

A 28-a Reuniune a Comitetului Internaţional de Metrologie Legală

A 28-a reuniune anuală a Comitetului Internaţional de Metrologie Legală a avut loc, între 4 şi 6 octombrie 1993, la Berlin, ca urmare a invitaţiei speciale a reprezentantului Germaniei în CIML, Dl. *M. Kochsiek* şi a Physikalisch — Technische Bundesanstalt (PTB), cu ocazia aniversării reunificării Germaniei.

Au participat 73 personalităţi, din 38 de state membre ale OIML, inclusiv trei membri de onoare ai OIML şi personalul Biroului Internaţional de Metrologie Legală.

Ordinea de zi a reuniunii a inclus : adoptarea procesului-verbal al reuniunii anterioare, situaţia statelor membre şi membre corespondente, chestiunile financiare, situaţia personalului BIML, noile structuri şi proceduri privind lucrările tehnice, stadiul lucrărilor tehnice şi aprobarea unor recomandări internaţionale, sistemul de certificare OIML, politica pe termen lung a OIML, legăturile cu alte organizaţii, metrologia legală în ţările în curs de dezvoltare, buletinul OIML, broşura OIML, raportul de activitate al BIML, alte chestiuni şi următoarea reuniune a CIML.

La fiecare punct al ordinii de zi au avut loc dezbateri, iar la sfârşitul reuniunii au fost supuse la vot rezoluţiile CIML. Dintre problemele care au fost luate în discuţie şi asupra cărora au fost adoptate rezoluţii, următoarele sunt mai importante :

1. Bugetul OIML a fost excedentar în anii 1992 şi 1993, datorită inflaţiei mai scăzute, din Franţa, faţă de cea luată ca bază pentru calculul bugetului, ceea ce a permis să fie acceptată cererea Rusiei de a fi plasată provizoriu în clasa de cotizaţie 3, ceea ce este echivalent cu reducerea la jumătate a acestei cotizaţii pentru anul 1994 şi următorii, fără ca această decizie să afecteze semnificativ cotizaţiile celorlalte ţări membre.

2. Comitetul a aprobat următoarele Recomandări Internaţionale :

— Cromatografe portabile în fază gazoasă pentru măsurarea pe teren a poluanţilor chimici toxici ;

— Manometre cu piston ;

— Cromatografe în fază lichidă de înaltă performanţă pentru măsurarea pesticidelor şi a altor substanţe toxice ;

— Greutăţi în clasele de precizie E_1, E_2, F_1, F_2, M_1, M_2, M_3 ;

— Aparate de cântărire totalizatoare continue cu funcţionare automată (cântare de bandă) — revizuire a OIML R 50 ;

— Tabele pentru produse petroliere — revizuire a OIML R 63.

Proiectul recomandării „Lichide etalon de referinţă pentru etalonarea şi verificarea vâscozimetrelor" urmează să fie prezentat, pentru aprobare, următoarei reuniuni a CIML, după revizuirea sa de către experţii ruşi şi germani.

3. În dezbaterile privind implementarea Sistemului de Certificate OIML, România a intervenit arătând că, în conformitate cu statutul de membru OIML, acceptă să elibereze aprobări de model pe baza unor Certificate OIML, emise de alte ţări membre, însă numai pentru modelele care au fost efectiv supuse încercărilor. În intervenţia română s-a arătat că au fost emise, de către alte ţări, certificate OIML referitoare la familii foarte numeroase de mijloace de măsurare, pe baza încercărilor efectuate asupra unui singur exemplar dintr-un singur tip, ceea ce este inacceptabil.

Având în vedere aceste aspecte, s-a propus completarea Sistemului de Certificate OIML cu reglementări privind constituirea familiilor de mijloace de măsurare şi alegerea tipurilor reprezentative. Punctul de vedere al României a fost susţinut de BIML, Franţa şi Rusia.

CIML a aprobat completarea listei recomandărilor pe baza cărora pot fi emise certificate OIML cu cele referitoare la cromatografe şi la manometrele cu piston.

Recomandările Internaţionale 1, 2 şi 20 îşi încetează valabilitatea, fiind înlocuite de noua Recomandare asupra greutăţilor (menţionată anterior), care va putea fi aplicată în cadrul Sistemului după ce se vor publica anexele şi raportul cadru. De asemenea, Recomandarea OIML R 60, referitoare la celulele de cântărire, devine aplicabilă în Sistem după publicarea raportului cadru.

CIML a mai decis că anexele conţinând raportul cadru de încercare au un caracter informativ în ceea ce priveşte aplicarea recomandărilor în reglementările naţionale, dar sunt obligatorii în cazul folosirii Recomandărilor Internaţionale pentru emiterea de Certificate OIML.

4. Începând cu nr. 132/133 (septembrie-decembrie 1993), Buletinul OIML este editat într-o nouă formă grafică și structurală, mai atrăgătoare și mai bine adaptată la cerințele actuale.

În total, CIML a adoptat 15 rezoluții care urmează să fie date publicității.

În cadrul reuniunii a fost difuzată lista autorităților de eliberare a Certificatelor OIML și lista recomandărilor pe baza cărora pot fi eliberate certificate. România se numără printre autoritățile de eliberare a Certificatelor OIML pe baza următoarelor recomandări : R 001 (1973), R 002 (1973), R 020 (1973), R 076 (1992), R 097 (1990), R 098 (1991). Această listă urmează să fie completată cu prevederile rezoluțiilor CIML expuse anterior.

Următoarea reuniune a CIML va avea loc la Paris, în octombrie 1994 și va fi organizată de BIML.

P.G.I.

Vocabularul Internațional de Metrologie, ediția a II-a (1993)

A apărut, editat de ISO (Organizația Internațională de Standardizare), „Vocabularul Internațional de termeni fundamentali și generali în metrologie" (VIM), ediția a II-a, ca o actualizare și completare a ediției anterioare, datând din 1984.

Importanța noii ediții rezidă nu numai în îmbunătățirea conținutului lucrării, ci în faptul că ea reprezintă rezultatul colaborării unor experți desemnați de șapte organizații internaționale

BIPM	Biroul Internațional de Măsuri și Greutăți
CEI	Comisia Electrotehnică Internațională
IFCC	Federația Internațională de Chimie Clinică
ISO	Organizația Internațională de Standardizare
IUPAC	Uniunea Internațională de Chimie Pură și Aplicată
IUPAP	Uniunea Internațională de Fizică Pură și Aplicată
OIML	Organizația Internațională de Metrologie Legală

și a fost publicat în numele acestor organizații. În acest fel, se poate considera că VIM—93 exprimă consensul principalelor organisme internaționale care au tangență cu metrologia, consens realizat pentru prima dată în istoria acestora.

VIM—1993 este redactat în limbile engleză și franceză și conține 120 termeni, împreună cu definițiile lor. Unele din definiții sunt însoțite de note și exemple, care ușurează înțelegerea și conturează sfera de aplicabilitate a termenilor.

Noțiunile din vocabular sunt grupate în șase capitole

1. Mărimi și unități
2. Măsurări
3. Rezultatele măsurărilor
4. Aparate de măsurat
5. Caracteristicile aparatelor de măsurat
6. Etaloane

Vocabularul este întregit de un indice alfabetic al cuvintelor care intervin în lucrare, separat pentru cele două limbi.

Apariția acestei mult așteptate lucrări va fi de un real folos pentru uniformizarea și generalizarea principalelor concepte utilizate în măsurări, ca și a termenilor prin care acestea sunt exprimate. Larga recunoaștere a VIM-93, încă de acum câțiva ani când a circulat sub formă de proiect, este o garanție a îndeplinirii obiectivelor pe care și le-a propus.

În ce privește impactul pe care îl va avea asupra terminologiei românești în metrologie, este de așteptat ca el să aducă mai multe clarificări a căror lipsă este resimțită.

A. M.

Ghid pentru exprimarea incertitudinii de măsurare

Simultan cu VIM—93, a apărut recent — editat de ISO — un „Ghid pentru exprimarea incertitudinii de măsurare", în limba egleză, lucrare ce însumează 101 pagini, din care 28 pagini consacrate ghidului propriu-zis, iar restul incluzând anexe, glosar de simboluri, bibliografie și indice alfabetic.

În conformitate cu preambulul lucrării, „ghidul" stabilește reguli generale pentru evaluarea și exprimarea incertitudinii de măsurare, aplicabile unui spectru larg de măsurări. Baza „ghidului" o constituie Recomandarea 1 (CI-1981) a Comitetului Internațional de Măsuri și Greutăți (CIPM) și Recomandarea INC—1 (1980) a Grupului de Lucru pentru exprimarea incertitudinilor de măsurare [1]. Acest grup de lucru a fost întrunit de către BIPM, la cererea CIPM. Recomandarea CIPM este singura recomandare privind incertitudinea de măsurare adoptată de o organizație internațională.

[1] A se vedea "Metrologia aplicată" vol. 31, 1984 nr. 3 p. 119 — 120.

„Ghidul" ISO a fost publicat în numele următoarelor șapte organizații internaționale :

BIPM Biroul Internațional de Măsuri și Greutăți
CEI Comisia Electrotehnică Internațională
IFCC Federația Internațională de Chimie Clinică
ISO Organizația Internațională de Standardizare
IUPAC Uniunea Internațională de Chimie Pură și Aplicată
IUPAP Uniunea Internațională de Fizică Pură și Aplicată
OIML Organizația Internațională de Metrologie Legală

și a fost elaborat de experți desemnați de patru din aceste organizații (BIPM, CEI, ISO și OIML).

Conținutul „ghidului" este grupat în opt capitole (1 . . .8) și opt anexe (A . . .H) ;

1. Obiect
2. Definiții
3. Concepte de bază
4. Evaluarea incertitudinii standard
5. Determinarea incertitudinii standard combinate
6. Determinarea incertitudinii extinse (expanded uncertainty)
7. Consemnarea incertitudinii
8. Sumarul producerii de evaluare și exprimare a incertitudinii

A Recomandările Grupului de Lucru al BIPM
B Termeni metrologici generali
C Termeni și concepte fundamentale de statistică
D Valoarea „adevărată", eroare și incertitudine
E Motivația și baza Recomandării INC—1 (1980)
F Îndrumări practice pentru evaluarea incertitudinilor componente
G Grade de libertate și niveluri de încredere
H Exemple

În introducerea la „ghid", se arată că incertitudinea de măsurare constituie o indicație cantitativă asupra calității măsurării, care servește la aprecierea încrederii în rezultatul ei. Fără o asemenea indicație, rezultatele măsurărilor nu pot fi comparate între ele sau cu valori de referință date în specificații sau standarde. De aceea, este necesară o procedură aplicabilă în orice situație, ușor de înțeles și acceptată universal pentru caracterizarea calității rezultatului unei măsurări, prin evaluarea și exprimarea **incertitudinii** ei.

Conceptul de **incertitudine** este un atribut cantitativ relativ nou în istoria măsurărilor, față de noțiunile de **eroare** și **analiza erorilor** care au constituit de multă vreme părți ale științei măsurărilor, ale metrologiei. Astăzi se admite că, după ce au fost evaluate și corectate toate erorile cunoscute sau bănuite, mai rămâne o incertitudine asupra corectitudinii rezultatului consemnat, adică un „dubiu" (o îndoială) în ce privește apropierea rezultatului de valoarea adevărată a măsurandului.

Un consens general pentru modalitatea evaluării și exprimării incertitudinii de măsurare este tot atât de necesar ca și acela privitor la utilizarea universală a Sistemului Internațional de unități (SI). „Ghidul" ISO este tocmai rezultatul efortului întreprins de cele șapte organizații internaționale în vederea atingerii acestui consens.

Tot în introducerea lucrării sunt enunțate trei condiții pentru metoda de evaluare și exprimare a incertitudinii de măsurare. Potrivit acestora, metoda — respectiv mărimea care exprimă incertitudinea — trebuie să fie :

— **universală**, adică aplicabilă tuturor tipurilor de măsurare, oricare ar fi mărimile măsurate ;

— **consistentă intern**, adică derivabilă direct din componentele care contribuie la incertitudinea de măsurare ;

— **transferabilă**, adică utilizabilă în evaluarea incertitudinii altor măsurări în care sunt folosite rezultatele primei măsurări.

Rămâne ca metodologia descrisă în „ghid" să fie aplicată în toate domeniile în care se fac măsurări, și în primul rând în activitățile propriu-zise de metrologie (etalonări, comparații, încercări etc.). Instituțiile și specialiștii din aceste domenii sunt direct interesați în preluarea integrală a procedurilor promovate în „ghid", care vor trebui recomandate și generalizate atât în reglementări și prescripții tehnice, cât și în alte lucrări, în activitățile de cercetare, industriale, în învățământ etc.

A. M.

LISTA
Aprobărilor de model emise în perioada 01.01.1993–01.09.1993

I. Mijloace de măsurat MĂRIMI DE SPAȚIU ȘI TIMP

VOLUM

1. *Traductoare electronice de nivel* tip FE-7D cu aprobare de model nr. 093/01.07.1993, producător Fabrica de elemente pneumatice pentru automatizări Bârlad — str. Republicii nr. 316 — jud. Vaslui; valabilă până la 01.07.2003.

2. *Traductoare electronice de nivel cu imersor* tip FE-7B, cu aprobare de model nr. 094/01.07.1993 producător Fabrica de elemente pneumatice pentru automatizări Bârlad — str. Republicii nr. 316 — jud. Vaslui; valabilă până la 01.07.2003.

3. *Distribuitoare de produse petroliere* tip OMEGA *simple și duble* cu aprobare provizorie de model nr. 098/15.07.1993 pentru S.C. GOLDEN MAN'S SRL București — str. Lt. Lemnea nr. 6, sector 1 — producător PETPOSAN Izmir—Turcia; valabilă până la 15.07.1998

Caracteristici:
- debit de lucru: 5...50 dm^3/min
- cantitate minimă livrată: 2 dm^3
- presiunea de lucru: 1,5...2,5 bar
- temperatura de funcționare: — 30°C... ...+ 60°C
- alimentare electrică: tensiune: 220 V c.a. 50 Hz
  curent absorbit 2,6... ...50 A
- eroare de măsurare: ± 0,5 % din volumul de lichid măsurat.

4. *Ansamblu cisternă 19 CTA 4 echipată cu instalație cu contor volumetric* tip SIU-40S-6 cu aprobare de model nr. 081/01.06.1993 producător S.C. Automecanica SA Mediaș — str. Aurel Vlaicu nr. 41, jud. Sibiu; valabilă până la 01.06.2003.

Caracteristici:
- cisterna: — volum total: cca 12 000 l
  lungime: 4850 mm
- contorul: diametru nominal: 40 mm
  debitul fluidului: 1,8...26 m^3/h
  presiunea max. a fluidului: 0,6 MPa
  interval temp. de lucru: — 50°C... ...+50°C
  exactitatea de măsurare: +0,5%

5. *Contor volumetric* tip SIU-40S-6 cu aprobare de model nr. 080/01.06.1993 pentru S.C. Automecanica S.A. Mediaș — str. Aurel Vlaicu nr. 41, jud. Sibiu; exportator MASPRIBORINTORG — Moscova CSI; valabilă până la 01.06.2003.

Caracteristici:
- diametru nominal: 40 mm
- intervalul temperaturilor de lucru: —50°C ...+50°C
- exactitatea de măsurare: ± 0,5%

6. *Cisternă* tip 19 CTA4 cu aprobare de model nr. 079/01.06.1993 producător S.C. Automecanica S.A. Mediaș — str. Aurel Vlaicu nr. 41, jud. Sibiu; valabilă până la 01.06.2003.

Caracteristici:
- lungime: 4850 mm
- volum total: 12000 l

7. *Cisternă auto pentru transportul și măsurarea combustibilului auto* tip RP 07 00 cu aprobare de model nr. 042/09.03.1993 producător S. C. ROMPRIM S.A. București — Șos. Olteniței nr. 388, sector 4; valabilă până la 09.03.2003.

Caracteristici:
- volumul nominal: cca. 12 000 dm^3
- număr de compartimente: 4
- volumul compartimentului: cca. 3000 dm^3
- exactitatea de măsurare: ± 0,5%

8. *Autocisternă* tip MAN-SAVIEM J. P. 11 X.L. cu aprobare de model nr. 007/07.01.1993 pentru S. C. AGROMEC — Târgu Mureș — Str. Cisnădiei nr. 2 producător JOHANNA KRAKOHFER — Austria; valabilă până la 31.01.2003.

Caracteristici:
- volum total: 8 100 dm^3
- compartimente: 2
- volumul compartimentului: 4 100 dm^3

9. *Măsură cu plutitor pentru lapte de 15 dm^3* cu aprobare de model nr. 071/17.05.1993 producător S.C. UNIO S.A. Satu-Mare, Str. Lucian Blaga nr. 35; valabilă până la 20.05.2003.

Caracteristici:
- volum nominal: 15 dm^3
- volum minim măsurat: 3 dm^3
- exactitate de măsurare: ± 75 ml

VITEZĂ LINIARĂ

1. *Instalație pentru măsurat viteza la locomotive și la trenuri electrice* tip IVL-80 cu aprobare provizorie de model nr. 110/16.08.1993 producător S.C. MECANICA FINĂ S.A. — Str. Popa Lazăr nr. 5—25 sector 2, București; valabilă până la 16.08.1995.

Caracteristici :

— interval de măsurare : 0...160 km/h
— clasă de exactitate : 2,5 pentru temperaturi (0...70)°C
3 pentru temperaturi (—25...
...0) °C

III. Mijloace de măsurat MĂRIMI MECANICE

MASĂ

1. *Greutăți de lucru* cu aprobare de model nr. 011/28.01.93 producător S.C. METROLOGIA S. A. București — Șos. Vitan Bârzești nr. 11, sector 4, valabilă până la 31.01.2003.

Caracteristici :

— valori nominale : 10 kg ; 5 kg ; 2 kg ; 1kg 500 g ; 200 g ; 100 g ; 50 g ; 20 g ; 10 g ; 5 g ; 2 g ; 1 g.
— clasă : 5

2. *Balanță romană de 10 kg* tip MB-F-04/03 cu aprobare de model nr. 024/15.02.1993. producător S.C. BALANȚA — Sibiu, Str. Gușteriței nr. 21, valabilă până la 15.02.2003.

Caracteristici :

— limita max. de cântărire : 10 kg
— limita min. de cântărire : 200 g
— valoarea diviziunii : $d = 10$ g

3. *Balanță romană de 5 kg* tip MB-F-04/01 cu aprobare de model nr. 025/15.02.1993 producător S.C. BALANȚA — Sibiu, Str. Gușteriței nr. 21, valabilă până la 15.02.2003.

Caracteristici :

— limita max. de cântărire : 5 kg
— limita min. de cântărire : 100 g
— valoarea diviziunii : $d = 5$ g

4. *Greutăți trunchi de piramidă* cu aprobare provizorie de model nr. 026/93 producător S. C. MOVIS DIANA S.R.L. — Satu Mare, Str. Mihail Viteazu nr. 25 Sc. C, ap. 27 ; valabilă până la 31.12.1993.

Caracteristici :

— valori nominale : 2 kg ; 1 kg ; 500 g ; 200 g ; 100 g.
— clasă : 5

5. *Instalație de cântărire din mers a autovehiculelor* cu aprobare de model nr. 027/20.02.93 producător ISAF S.A. — București — Șos. Giulești nr. 14 sector 6 ; valabilă până la 20.02. 2003.

Caracteristici :

— limita max. de cântărire : 15 000 kg
— limita min de cântărire : 200 kg
— valoarea diviziunii : $d = 20$ kg
— valori maxime tolerate : ± 10 kg pentru intervalul 200 kg... 1000kg
în regim neautomat (static) ± 20 kg pentru intervalul 100 kg... 4000kg
± 30 kg pentru intervalul 4000 kg...15 000 kg
— valori maxime tolerate : limită maximă pe repriză : 15 000 kg
în regim automat număr maxim de reprize : 10
eroare tolerată pe repriză : ± 100 kg

6. *Echipament electric de cântărire automată* tip AWE-03 cu aprobare de model nr. 029/20.02. 1993 producător ISAF S.A. — București Șos. Giulești nr. 14 sector 6 valabilă până la 20.02.2003.

— sensibilitate : max 3 mV/V
— liniaritate : 0,02 %
— tensiune de alimentare : 5 V
— frecvența purtătoare : 5 kHz
— tensiunea de alimentare : 220 V + 10/—15% ; 50 Hz ± 2%

7. *Balanță electronică* tip ATLAS — 6 cu aprobare de model nr. 030/20.02.93 pentru S. C. ELECTRONUM S.A. București, Bd. Magheru nr. 28—30 sector 1, producător VEDA—Kiev—Ucraina ; valabilă până la 28.02.2003.

Caracteristici :

— limita max. de cântărire : 6 kg
— limita min. de cântărire : 40 g
— valoarea diviziunii : $d = 2$ g
— eroare tolerată în uz : ± 2 g în intervalul 40 g...1 kg.
± 4 g în intervalul 1,002 kg... 4,0 kg
± 6 g în intervalul 4,002 kg...6,0 kg

8. *Balanță electronică* tip DGI DS-650 cu aprobare de model cu nr. 031/01.03.93 pentru S.C. FEPER S. A. București. Bd. Dimitrie

Pompei nr. 8 sector 2 ; producător TERAOKA SEIKO — Japonia ; valabilă până la 01.03.2003.

Caracteristici :

— limita max. de cântărire : 15 kg
— limita min. de cântărire : 40 g
— valoarea diviziunii pe intervalul : 40 g...5,998 kg : $d = 2$ g
6 kg...15 kg : $d = 5$ g
— eroare maximă tolerată în uz : ± 2 g pe intervalul 40 g...1 kg
± 4 g pe intervalul 1 kg... 4 kg
± 6 g pe intervalul 4 kg...6 kg
± 10 g pe intervalul 6 kg...10 kg
± 15 g pe intervalul 10 kg...15 kg

9. *Balanțe electronice precizie superioară* tip PM cu aprobare de model nr. 043/29. 03.93 pentru SOCIETATEA ROMANO-ITALIANA BFD IMPORT-EXPORT — București, Piața Romană nr. 9 Sc. C et. VII ap. 30—31 ; producător METTLER INSTRUMENTE AG — Elveția : valabilă până la 29.03.2003.

Caracteristici :

Tipul	Limita max.	Limita min.
PM 100	100 g	0,2 g
PM 200	210 g	0,2 g
PM 300	310 g	0,2 g
PM 400	410 g	0,2 g
PM 480 DR	410 g	0,2 g
PM 2500 DR	2100 g	0,2 g
PM 600	610 g	5 g
PM 2000	2100 g	5 g
PM 3000	3100 g	5 g
PM 4000	4100 g	5 g
PM 4800 DR	4100 g	0,2 g
PM 6000	6100 g	50 g
PM 6	6100 g	50 g

10. *Balanțe electronice de precizie specială din seriile AE și AM* cu aprobare de model nr. 044/31.03.93. pentru SOCIETATEA ROMANO-ITALIANA BFD IMPORT-EXPORT — București Piața Romană nr. 9 sc. C et. 7. ap. 30—31 ; producător METTLER INSTRUMENTE AG—Elveția ; valabilă până la 31.03. 2003.

Caracteristici :

Tipul	Limita max.	Limita min.
AE 240	205 g	50 mg
AE 260 DR	205 g	50 mg
AE 200	205 g	50 mg
AE 100	109 g	50 mg
AM 100	110 g	50 mg
AE 50	55 g	50 mg
AM 50	51 g	50 mg

11. *Balanțe electronice cu afișarea prețului de precizie III, model AM 15* tip EXCELL cu aprobare de model nr. 051/06.04.93 pentru S. C. SPOR CORPORATION S.R.L. — București, str. Știrbei Vodă nr. 100 sector 1 ; producător EXCELL PRECISION Co. Ltd.— Taiwan ; valabilă până la 06.04.2003.

Caracteristici :

— limita max. de cîntărire 15 kg
— limita min. de cântărire : 100 kg
— valoarea diviziunii : $d = 5$ g
— erori tolerate : ± 2,5 g pe intervalul 100 g...2,5 kg
± 5 g pe intervalul 2,5 kg... 10 kg
± 7,5 g pe intervalul 10 kg... 15 kg

12. *Celule cu tensorezistoare pentru măsurat forțe sau mase* tip SB 2 și SB 4 cu aprobare de model nr. 057/06.04.93 pentru FLINTAB-ROMANIA SRL — Ploiești ; producător FLINTAB — Sudbury — SUA ; valabilă până la 06.04 2003.

Caracteristici :

— interval de măsurare : 0...200 kN pentru SB 2
0...10 kN pentru SB 4
— eroare de bază : ± 0,03 % pentru SB 2
± 0,015 % pentru SB 4
— intervalul normat de temperatură : — 10°C...+ 40°C
— intervalul compensat de temperatură : — 20°C...+ 65°C

13. *Balanțe electronice de 15 kg cu afișarea prețului*, model HANA tip HS—M—7000 P și HS 7600 P cu aprobarea de model nr. 058/12.04. 93 pentru S.C. BALANȚA S.A. — Sibiu Str. Gușteriței nr. 21—23 ; producător HANA INSTRUMENTS Co Ltd. — Coreea de Sud ; valabilă până la 12.04.2003.

Caracteristici :

— limita max. de cântărire : 15 kg
— limita min. de cântărire : 100 g
— valoarea diviziunii : $d = 5$ g

— erori tolerate : ± 2,5 g pentru intervalul 0...2,500 kg
± 5 g pentru intervalul 2,50 kg...10,0 kg
± 7,5 g pentru intervalul 10,0 kg...15,0 kg

14. *Balanțe electronice de precizie superioară II și medie III din seria BD* cu aprobare de model nr. 060/10.05.93 pentru SOCIETATEA ROMANO-ITALIANA BFD IMPORT-EXPORT — București — Piața Romană nr. 9 sc. C, et. 7 ap. 30 sector 1, producător METTLER TOLEDO AG — Elveția ; valabilă până la 10.05.2003.

Caracteristici :

Tipul	Clasa de precizie	Limita max.	Limita min.
BD 202	II	200 g	0,2 g
BD 601	II	600 g	2 g
BD 1201	II	1200 g	2 g
BD 6000	III	6000 g	20 g

15. *Balanță electronică cu afișarea prețului de 10 kg* tip CE-02-B cu aprobare de model nr. 073/08.06.93. producător FEA — București — Calea Florească nr. 242 sector 2 ; valabilă până la 08.06.2003.

Caracteristici :
— limita max. de cântărire : 10 kg
— limita min. de cântărire : 100 g
— valoarea diviziunii : $d = 5$ g
— eroarea tolerată : ± 2,5 g pe intervalul 0,1 kg...2,5 kg
± 5,0 g pe intervalul 2,5 kg...10 kg

16. *Balanță electronică cu afișarea prețului de 15 kg* tip CE-02-C cu aprobare de model nr. 083/08.06.93. producător FEA București — Calea Florească nr. 242 sector 2 ; valabilă până la 08.06.2003.

Caracteristici :
— limita max. de cântărire : 15 kg
— limita min. de cântărire : 100 g
— valoarea diviziunii : $d = 5$ g
— eroarea maximă tolerată : ± 2,5 g pe intervalul 0,1 kg...2,5 kg
± 5 g pe intervalul 2,5 kg...10 kg
± 7,5 g pe intervalul 10 kg...15 kg

17. *Balanțe electronice de precizie superioară II din Seria PJ* cu aprobarea de model nr. 077/02.06.93 pentru SOCIETATEA ROMANO-ITALIANA BFD IMPORT-EXPORT — București Piața Romană nr. 9 sc. C et. 7 ap. 30—31 ; producător METTLER INSTRUMENTE AG — Elveția ; valabilă până la 29.03. 2003.

Caracteristici :

Tipul balanței	Limita max.	Limita min.
PJ 300	310 g	0,5 g
PJ 360 DR	310 g	0,5 g
PJ 400	410 g	0,5 g
PJ 600	610 g	5 g
PJ 3000	3100 g	5 g
PJ 3600 DR	3100 g	5 g
	600 g	5 g
PJ 6	6000 g	50 g
PJ 4000	4100 g	50 g
PJ 6000	6000 g	50 g

18. *Mase etalon de lucru de 500 kg* cu aprobarea de model nr. 084/14.06.93 producător INSTITUTUL DE STUDII PENTRU AUTOMATIZĂRI FEROVIARE — Cal. Giulești nr. 14 sector 6 București ; valabilă până la 14.06.2003.

19. *Mase etalon de lucru de 1000 kg* cu aprobare provizorie de model nr. 085/14.06.1993 producător INSTITUTUL DE STUDII PENTRU AUTOMATIZĂRI FEROVIARE — Cal. Giulești nr. 14 sector 6 — București ; valabilă până la 14.06.2003

20. *Instalație pentru cântărire din mers a vagoanelor* tip ICMV 100—10—V2 cu aprobarea de model nr. 099/22.07.93 producător ISAF — —SA — București — Cal. Giulești nr. 14 sector 6 — București ; valabilă până la 22.07.2003.

Caracteristici :
— limita max. de cântărire : 50 000 kg
— limita min. de cântărire : 2 500
— valoarea diviziunii : $d = 50$ kg
— erori maxime tolerate : ± 25 kg pentru intervalul 1000 kg...
...25 000 kg
± 50 kg pentru intervalul 25 000 kg...
...50 000 kg

21. *Indicator numeric de greutate* tip PR 1613—00 cu aprobare de model nr. 126/93 pentru RONEX SRL, Str. Transilvaniei nr. 24 sector 1 — București ; producător PHILIPS GmbH Germania, valabilă până la 02.09.2003.

Caracteristici :
— clasa de exactitate : OIML
— afișare : 3000 diviziuni
— unitatea de masă : kg sau t

FORȚĂ

1. *Celule de sarcină de tracțiune* tip PR cu aprobarea de model nr. 096/93 pentru RONEX S.R.L. — Str. Transilvaniei nr. 24 sector 1

București; producător PHILIPS GmbH — Germania; valabilă până la 23.07.2003.

Caracteristici:

Tipul	Clasa de precizie	Sarcina nominală
PR 6246 H	0,017%	0,2 t; 0,3 t; 0,5 t; 1 t; 2 t; 3 t
PR 6246 P	0,03 %	0,2 t; 0,3 t; 0,5 t; 1 t; 2 t; 3 t

2. *Celule de sarcină* tip RC-1 cu aprobare de model nr. 106/10.08.93 pentru SOCIETATEA FLINTAB S R L — Ploiești, Str. Maramureș nr. 12; producător FLINTAB — Sudbury—USA; valabilă până la 10.08.2003.

PRESIUNE

1. *Aparat pentru măsurarea presiunii arteriale cu manometru cu element elastic* cu aprobare provizorie de model nr. 009/20.02.93 producător S. C. MECANICA FINĂ S.A. București — Str. Popa Lazăr nr. 5—25, sector 2; valabilă până la 31.12.1993.

2. *Traductoare electronice de presiune diferențială* tip FE-3-D și FE-1-DH cu aprobare de model nr. 092/01.07.93 producător FABRICA DE ELEMENTE PNEUMATICE PENTRU AUTOMATIZĂRI — Bârlad, Str. Republicii nr. 316; valabilă până la 01.07.2003.

3. *Traductoare electronice de presiune absolută* tip FE-1-A cu aprobare de model nr. 091/01.07. 1993, producător FABRICA DE ELEMENTE PNEUMATICE PENTRU AUTOMATIZĂRI — Bârlad — Str. Republicii nr. 316; valabilă până la 01.07.2003.

4. *Traductore electronice de presiune relativă* tip FE-1-G cu aprobare de model nr. 086/01.07. 1993. producător FABRICA DE ELEMENTE PNEUMATICE PENTRU AUTOMATIZĂRI — Bârlad — Str. Republicii nr. 316; valabilă până la 01.07.2003.

DEBITE

1. *Contor de gaz cu pereți deformabili* tip RS/1,2 (variante G4AL și G4LA) cu aprobare provizorie de model nr. 050/93, producător SAMGAS — S.R.L. — Italia; valabilă până la 30.10.1993.

Carateristici:

— debit minim: $Q_{min} = 0{,}04$ m³/h
— debit maxim: $Q_{max} = 6$ m³/h
— eroare maximă tolerată: ± 2% pentru $Q_t \leq Q \leq Q_{max}$
± 3% pentru $Q_{min} \leq Q \leq Q_t$

2. *Contor de gaz* tip G4Z cu aprobare provizorie de model nr. 097/02.08.93 pentru SC REEN S.R.L. Import—Export — București; producător RECK Co SANDE — Germania, valabilă până la 31.07.1996.

Caracteristici:

— debit maxim: $Q_{max} = 6$ m³/h
— debit minim: $Q_{min} = 0{,}04$ m³/h
— eroară maximă tolerată: ± 3% pentru $Q_{min} \leq Q \leq 0{,}1\ Q_{max}$
± 1,5% pentru $0{,}1\ Q_{max} \leq Q = \leq Q_{max}$

3. *Contor de gaz cu pereți deformabili* tip RS/1,2 (variante G4AL și LA; G 2,5 AL și LA) cu aprobare de model nr. 102/93 pentru SAMGAS — ROMANIA SRL — Arad — Str. Mareșal Ion Antonescu nr. 45 producător SAMGAS SRL — Italia; valabilă până la 31.08.2003.

Caracteristici:

— debit maxim: $Q_{max} = 6$m³/h pentru G4 AL sau G4 LA
$Q_{max} = 4$ m³/h pentru G2,5 AL sau G2,5 LA
— debit minim: $Q_{min} = 0{,}04$ m³/h pentru G4 AL sau G4LA
$Q_{min} = 0{,}025$ m³/h
— valori tolerate: ± 2% pentru $Q_t \leq Q \leq Q_{max}$
± 3% pentru $Q_{min} \leq \leq Q \leq Q_t$

4. *Contor de apă caldă multijet* tip MTW și tip MTW-ST cu aprobarea provizorie de model nr. 038/11.03.1993 pentru S. C. CONTOR ZENNER SRL — Arad Str. Mareșal Ion Antonescu nr. 45, producător K. A. ZENNER — Germania, valabilă până la 11.03.1997.

Caracteristici:

— debit maxim: Q_{max} 5 m³/h și 12m³/h
— debit minim: Q_{min} 50dm³/h; 100dm³/h și 120 dm³/h
— erori tolerate: ± 3% și ± 5 %
— temperatura max. a apei: 90°C

5. *Contor de apă caldă* tip ETW cu variante ZETW; UETW; VETW; WETW și DWETW cu aprobarea de model nr. 036/11.03.1993 pentru CONTOR ZENNER SRL Arad — Str. Mareșal Ion Antonescu nr. 45, producător K. A. ZENNER — Germania: valabilă până la 11.03.2003.

Caracteristici:

— debit nominal: 1,5 m³/h și 2,5 m³/h
— erori tolerate: ± 3% și ± 5 %
— presiune nominală: 10 bar
— temperatura max. a apei: 90°C

6. *Contor de apă fierbinte* tip ETHI cu aprobare de model nr. 041/11.03.1993 pentru CONTOR ZENNER SRL — Arad Str. Mareșal Ion Antonescu nr. 45, producător K. A. ZENNER — Germania; valabilă până la 11.03.2003.

Caracteristici:

— debit nominal: 1,5 m³/h și 0,6 m³/h
— presiune nominală: 16 bar

— temperatura max. a apei : 120°C
— erori tolerate : ±3% și ± 5%

7. *Contor de apă caldă* tip MW și MW-EN cu aprobare de model nr. 053/07.04.93 producător ELIN-GmbH — Austria, valabilă până la 07.04.2003.
Caracteristici :
— diametru nominal : 15 mm ; 20 mm ; 25 mm ; 32 mm ; 40 mm ; 50 mm
— debit nominal : 1,5 ; 2,5 ; 3,5 ; 6 ; 10 ; 15 m^3/h
— presiune nominală : 16 bar
— temperatura maximă a apei : 90 °C
— erori tolerate : ± 3% și ± 5%

8. *Contor de apă caldă* tip WPCP și WP—CP—EN cu aprobare de model nr. 056/07.04.1993, producător ELIN GmbH — Austria ; valabilă până la 07.04.2003
Caracteristici :
— diametru nominal : 50 mm
— debit nominal : 15 m^3/h
— presiune nominală : 16 bar
— temperatură maximă : 130°C
— erori tolerate : ± 3 % și ±5 %

9. *Contor de apă caldă* tip WHC-2 cu aprobare de model nr. 132/31.08.1993, producător S. C. PRECIZIA S. A. — Str. Theodosie Rudeanu nr. 12—14 sector 1 București, valabilă până la 31.08.2003
Caracteristici :
— diametru nominal : 50 ; 65 ; 80 ; 100 ; 125 mm
— debit nominal : 15 . . . 150 m^3/h
— presiune nominală : 16 bar
— erori tolerate : ± 3 %
— temperatura maximă : 130°C

10. *Contor de apă rece* tip WEG 50, WEG 100 ; WEG 150 și WEG 200 cu aprobare de model nr. 032/25. 02. 1993 pentru Regia Generală de Apă București str. Aristide Demetriad nr. 2 sector 1, producător FLONIC SCHLUMBERGER — Franța ; valabilă până la 28.02.2003
Caracteristici :
— debit permanent : 25 ; 40 ; 60 ; 100 ; 250 ; 400 ; 600 ; 1000 ; 1500 m^3/h
— diametru nominal : 50 ; 60 ; 65 ; 80 ; 100 ; 150 ; 200 ; 250 ; 300 ; 400 ; 500 mm

11. *Contor de apă rece* tip EV3 cu aprobare de model nr. 033/25.02.1993 pentru Regia Autonomă de Apă Canal — Satu Mare — Str. Gara Ferăstrău nr. 9A, producător Firma Bopp — Reuther — Germania ; valabilă până la 28.02. 2003.
Caracteristici :
— diametru nominal : 15 mm
— debit nominal : 1,5 m^3/h
— presiune nominală : 10 bar
— erori tolerate : ± 5 % și ± 2 %

12. *Contor de apă rece* tip MNK și MNK-ST cu aprobarea de model nr. 040/11.03.1993 pentru S. C. CONTOR ZENNER SRL — Arad — Str. Mareșal Ion Antonescu nr. 45, producător K. A. ZENNER — Germania ; valabilă până la 11.03. 2003.
Caracteristici :
— diametru nominal : 20 ; 40 ; mm
— debit nominal : 1,5 ; 2,5 ; 3,5 ; 6 ; 10 ; 15 m^3/h
— presiune nominală : 16 bar
— erori tolerate : ± 5 % și ± 2 %

13. *Contor de apă rece* tip MTK și MTK-ST cu aprobarea provizorie de model nr. 036/11.03. 1993 pentru S. C. CONTOR ZENNER SRL Arad — Str. Mareșal Ion Antonescu nr. 45 ; producător K. A. ZENNER — Germania ; valabilă până la 11.03.1997
Caracteristici :
— debit nominal : 1,5 ; 2,5 ; 3,5 ; 6 m^3/h
— diametru nominal : 20 ; 25 mm
— presiune nominală : 10 bar
— erori tolerate : ± 5 % și± 2 %

14. *Contor de apă rece* tip ETK ; ZETK ; UETK ; VETK, WETK cu aprobarea de model nr. 037/11.03.1993 pentru S. C. CONTOR ZENNER S.R.L. Arad — Str. Mareșal Ion Antonescu nr. 45 producător K. A. ZENNER — Germania ; valabilă până la 11.03.2003
Caracteristici :
— debit nominal : 1,5 m^3/h ; 2,5 m^3/h
— presiune nominală : 10 bar
— diametru nominal : 20 mm
— erori tolerate : ± 5 % ; ± 2 %

15. *Contor de apă rece* tip KBM II DRY cu aprobare de model nr. 065/13.04. 1993 pentru AMC INTERNATIONAL — București — Str. Franzelari nr. 19 sector 2 ; producător TIANJIN THIRD AUTOMATIC INSTRUMENT FACTORY — China ; valabilă până la 13.04. 2003
Caracteristici :
— diametru nominal : 20 mm
— debit nominal : 2,5 m^3/h
— presiune nominală : 10 bar
— erori tolerate : ± 5% și 2%

16. *Debitmetru cu turbină inserată* tip DIT 93 cu aprobare de model provizorie nr. 069/06. 05.1993, producător SC RETROM S.A. Pașcani — Jud. Iași ; valabilă până la 31.08.1993
Caracteristici :
— diametru nominal : 150 . . . 800 mm
— debit nominal : 150 . . . 4000 m^3/h
— erori tolerate : ± 5 % și ± 2,5 %

17. *Contor de apă rece* tip RG cu aprobarea de model nr. 052/07.04.1993 producător ELIN GmbH — Austria; valabilă până la 07.04.2003
Caracteristici :
— debit nominal : 1,5 ; 2,5 ; 6 ; 10 ; 15m³/h
— presiune nominală : 16 bar
— erori tolerate : ± 5 % şi ± 2 %

18. *Contor de apă rece* tip WS-CS cu aprobare de model nr. 054/07.04.1993 producător ELIN GmbH — Austria valabilă până la 07.04.2003
Caracteristici :
— debit nominal : 15 ; 25 ; 40 ; 60 ; 150 m³/h
— diametru nominal : 50 ; 65 ; 80 ; 100 ; 150 mm
— presiune nominală : 16 bar
— erori tolerate : ± 5 % şi ± 2 %

19. *Contor de apă caldă* tip WP—CP cu aprobare de model nr. 055/07.04.93 producător ELIN GmbH — Austria; valabilă pînă 07.04. 2003.
Caracteristici :
— diametrul nominal : 50 mm
— debit nominal : 15 m³/h
— presiune nominală : 16 bar
— erori tolerate : ± 5 % şi ± 2 %

20. *Contor de apă rece* tip USF cu aprobare de model nr. 064/07.04.1993 ; producător ELIN GmbH — Austria; valabilă până la 07.04.2003.
Caracteristici :
— diametru nominal : 15 mm
— debit nominal : 1,5 m³/h
— presiune nominală : 16 bar
— erori tolerate : ± 5 % şi ± 2 %

21. *Contor de apă rece* tip WEG 50; WEG 100; WEG 150 şi WEG 200 cu aprobarea de model nr. 101/17.07.1993 pentru S. C. ROMET SRL — Buzău — Str. Dorobanţi nr. 262, producător FLONIC SCHLUMBERGER — Franţa; valabilă până la 19.07.2003
Caracteristici :
— diametru nominal : 50 ; 60 ; 80 ; 100 ; 150 ; 200 ; 250 ; 300 ; 400 ; 500 mm
— debit nominal : 25 ; 45 ; 60 ; 100 ; 250 ; 400 ; 600 ; 1000 ; 1500 ; 2500 m³/h

22. *Contor de apă rece* tip WHR cu aprobare de model nr. 075/17.05. 1993. producător S.C. PRECIZIA SA — Bucureşti Sr. Theodosie Rudeanu nr. 12—14 sector 1 Bucureşti; valabilă până la 20.05.2003
Caracteristici :
— diametru nominal : 50 ; 50 ; 80 ; 100 ; 125 mm
— debit nominal : 15 ; 25 ; 40 ; 60 ; 100 m³/h
— presiune nominală : 16 bar
— erori tolerate : ± 5 % şi ± 2 %

IV. Mijloace de măsurat MĂRIMI CARACTERISTICE ELECTROMAGNETISMULUI

1. *Contoare trifazate de energie electrică activă* tip GH a 237 cu cuplare directă sau indirectă cu aprobare de model nr. 045/24.03.1993 pentru SC ENERGOBIT SRL Cluj Napoca — Bd. 1 Decembrie 1918 nr. 128/149; producător SCHLUMBERGER — GANZ — Ungaria; valabilă până la 24.03.2003

2. *Contoare electrice de energie electrică* tip ELP cu aprobarea de model nr. 046/24.03.1993; pentru SC ENERGOBIT SRL — Cluj Napoca — Bd. 1 Decembrie 1918 nr. 128/149; producător SCHLUMBERGER—GANZ—Ungaria; valabilă până la 20.03.2003

3. *Telesumator electronic programabil* tip ETS-MD cu aprobare de model nr. 048/124.03. 1993 pentru S.C. ENERGOBIT SRL Cluj Napoca — Bd. 1 Decembrie 1918 nr. 128/149; producător SCHLUMBERGER — GANZ— Ungaria; valabilă până la 24.05. 2003

4. *Trusă portabilă pentru testarea preliminară la locul de montare a contoarelor monofazate de energie electrică* tip TCM cu aprobarea de model nr. 059/21.04.1993; producător ICEMENERG Bucureşti — Bd. Energeticienilor nr. 8 sector 3; valabilă până la 21.04.2003

V. Mijloace de măsurat MĂRIMI TERMICE

TEMPERATURĂ

1. *Termometru electronic digital tip suzetă* cu aprobarea de model nr. 003 /1993 pentru S. C. ROMSETRA SRL Târgu Mureş, Aleea Carpaţi nr. 25/5, producător SILICON NIPPLES — TAIWAN; valabilă până la 31.01.2003

2. *Termometru electronic* tip SURTI — 1, cu aprobarea de model nr. 004/21.01.1993, producător PROCETEL S.A. Bucureşti, Calea Rahovei nr. 226—268, sector 5 Bucureşti; valabilă până la 31.01.2003
Caracteristici :
— interval de măsurare : (36 . . .39)°C
— eroare de măsurare : ± 0,1 °C ± 1 digit.

ENERGIE TERMICĂ

1. *Bloc electronic (calculator) cu traductoare de temperatură* BET-1 cu aprobarea provizorie de model nr. 034/05.03.1993 producător S.C. PRECIZIA S.A. Str. Theodosie Rudeanu nr. 12—14 sector 1 Bucureşti; valabilă până la 30.06.1993.

2. *Microcalculator de debit şi energie termică* — UNITEF cu aprobarea provizorie de model nr. 072/1993, producător S. C. IPA SA Bucureşti — Calea Florească nr. 167 sector 2 Bucureşti; valabilă până la 31.08.1995.

3. *Calculator cu traductoare de temperatură* tip SUPER CAL 430 cu aprobare provizorie de model nr. 078/25.05.1993 pentru S. C. CONTOR ZENNER SRL — Str. Mareşal Ion Antonescu nr. 45 Arad; producător K. A. ZENNER — GmbH Germania valabilă până la 31.12.1993.

4. *Bloc electronic (calculator) cu traductoare* tip BET-1 cu aprobarea de model nr. 131/31.08. 1993, producător S. C. PRECIZIA S. A. Str. Theodosie Rudeanu nr. 12—14 sector 1 Bucureşti; valabilă până la 31.08.2003.

VIII. Mijloace de măsurat MĂRIMI CARACTERISTICE CHIMIEI FIZICE ŞI FIZICII MOLECULARE

CONCENTRAŢIE

1. *Traductor de concentraţii de dioxid de azot în aer* tip TG-3, cu aprobare de model nr. 100/09.08.1993, producător Centrul de Aparatură Analitică, Control şi Semnalizare — Cluj-Napoca, Str. Fântânele nr. 20 valabilă până la 09.08.2003.

Caracteristici :

— prag de alarmare : concentraţii de 10 ppm NO_2/aer
— timp de răspuns : maxim 3 minute
— putere electrică consumată : maxim 0,7 W

2. *Fummetru* T 130, au aprobarea de model nr. 061/05.05.1993, producător S. C. CAST S.A. — Bucureşti Str. Fabricii nr. 46A, sector 6; valabilă până la 05.05.2003.

Caracteristici :

— interval de măsurare al coeficientului de absorbţie : (0 . . .10,00) m^{-1}
— eroare de măsurare tolerată : ± 5 % din limita maximă de măsurare

pH

1. *pH-metru numeric portabil* tip pHV-PO2A, cu aprobarea de model nr. 109/23.08.1993, producător FAST ECO S.A. Bucureşti, str. Fabricii nr. 47, sector 6 valabilă până la 23.08. 2003.

Caracteristici :

— interval de măsurare : în unităţi pH : (0 . . .14) pH
în mV : (—1400 . . . . . .+ 1400) mV
— eroarea de bază la verificarea de ansamblu : max ± 0,1 pH

2. *pH-metru industrial pentru electrozi metalici* pH-ELMET, cu aprobarea de model nr. 006/25.01.1993, producător Institutul de Chimie Cluj-Napoca, Str. Fântânele nr. 30; valabilă până la 31.01.2003.

Caracteristici :

— interval de măsurare : (2 . .10) pH cu electrod de stibiu
(7 . . .13)pH cu electrod de Wolfam
— eroare de bază : ± 0,15 pH

UNGHI DE ROTAŢIE OPTICĂ

1. *Refractometru portbail*, cu aprobarea de model nr. 002/1993, producător I.O.R. — Bucureşti, aleea I.O.R. nr. 4, sector, 3, valabilă până la 31.01.2003.

Caracteristici :

— interval de măsurare : (0 . .32) %
— eroare de bază : max + 0,3 % (procente de zahăr)

X. Mijloace de măsurat MĂRIMI DIFERITE

TAXIMETRE

1. *Taximetru* IEMITAX — 01, cu aprobarea de model nr. 049/23.03.1993, producător S.C. IEMI S.A. — Bucureşti str. Fabrica de Glucoză nr. 9—11, sector 2, valabilă până la 31.03.1995.

Caracteristici :

— alimentare de la bateria de acumulatoare : 9 . . .16 V
curent maxim : 500 mA
— eroare tolerată de tarifare pentru antrenare orară : ± 3 %
— eroare tolerată de tarifare pentru antrenare kilometrică : ± 2 %

2. *Taximetru* TIM 2X, cu aprobarea de model nr. 001/15.01.1993, producător GUI OTESTEANU SNC—Timişoara, Bd. Tache Ionescu nr. 11—13, valabilă până la 31.01.2003.

Caracteristici :

— nr. tarife de deplasare : max 3
— constanta aparatului *k* programabilă între 300 şi 9999 imp/km
— tarif staţionare programabil între 11 şi 99990 lei/oră
— tarif de pornire fără comandă programabil între 10 şi 99990 lei
— tarif de pornire la comandă programabil între 10 şi 99990 lei
— tarif de deplasare programabil între 10 şi 99990 lei

— eroare tolerată de tarifare pentru funcționarea pe antrenare orară: ± 3 % din valoarea adevărată.
— eroare tolerată de tarifare pentru funcționare pe antrenare kilometrică este de ± 2 % din valoarea adevărată.

TIMP

1. *Familie ceas programator cu cuarț* tip Q_k cu aprobarea de model nr. 047/24.03.1993 pentru S.C. ENERGOBIT SRL — Cluj Napoca Bd. 1 Decembrie 1918 nr. 128/149; producător SCHLUMBERGER-GANZ — Ungaria; valabilă până la 24.03.2003.

Caracteristici:
— mersul zilnic: ± 0,4 s/zi
— tensiunea de alimentare: 100 V; 127 V; 220 V
— frecvența tensiunii de alimentare; 50 Hz... ...60 Hz
— interval de timp de comutare (15...45) min pentru discul de zi și (2...6) pentru discul săptămînal
— precizia de comutare repetată ± 3 minute pentru discul de zi și ± 20 minute pentru discul săptămânal

Începând cu anul 1994, costul unui exemplar al revistei „METROLOGIE" va fi de 800 lei. Abonamentul anual (4 numere) va fi de 3200 lei.

Abonamentele se pot face la:

Institutul Național de Metrologie șos. Vitan Bârzești, nr. 9 — 11, sectorul 4, București.

Cont 309800201, BCR, filiala sector 4.

În costul abonamentului este inclusă și expedierea revistei la abonat.

S. C. „UNIVERSUL" S. A. — c. 3945

LISTA

normelor tehnice de metrologie tipărite în cursul anului 1993

1—32—90	Verificarea metrologică a comparatoarelor verticale Abbe
1—47—90	Verificarea metrologică a comparatoarelor de alezaje
1—64—90	Etalonarea metrologică a aparatelor de verificat comparatoare și extensometre
1—76—90	Verificarea metrologică a extensometrelor electrice și electronice
1—91—90	Verificarea metrologică a mașinilor de măsurat lungimi în două coordonate — microscoape universale, cu valoarea diviziunii mai mică de 1 μm
1—93—90	Etalonarea metrologică a calibrelor cilindrice netede etalon
1—104/1—90	Verificarea metrologică a instalațiilor etalon cu măsuri etalon de volum folosite la verificarea butoaielor de bere
1—107—90	Verificarea metrologică a măsurilor metalice pentru lichide (măsuri uzuale)
1—110—90	Verificarea metrologică a baloanelor cotate
1—111—90	Verificarea metrologică a cilindrilor gradați
1—112—90	Verificarea metrologică a cisternelor auto pentru lichide
1—122—90	Verificarea metrologică a măsurilor cu plutitor pentru lapte
1—123/8—90	Calibrarea rezervoarelor cilindrice verticale prin metoda optică de interior
1—126—90	Etalonarea metrologică a instalațiilor etalon cu contor pentru lichide — metoda volumetrică
1—189—90	Verificarea metrologică a aparatelor mecanice de măsurat parametrii vibrației
1—190—90	Verificarea metrologică a vibrometrelor electronice
1—305—90	Verificarea metrologică a teodolitelor
1—307—90	Verificarea metrologică a autocolimatoarelor
1—309—90	Verificarea metrologică a aparatelor electronice de măsurat abateri de la circularitate
2—05—90	Verificarea metrologică a frecvențmetrelor digitale
3—21—90	Verificarea metrologică a balanțelor de torsiune
3—22—90	Verificarea metrologică a balanțelor pentru determinarea cantității de apă din grăsimi
3—23—90	Verificarea metrologică a balanțelor pentru fibre textile
3—51—90	Verificarea metrologică a indicatoarelor hidraulice de eforturi în cabluri
3—53—90	Verificarea metrologică a dinamometrelor hidraulice
3—54—90	Verificarea metrologică a indicatoarelor mecanice de eforturi în cabluri
3—55—90	Verificarea metrologică a dinamometrelor tehnice cu element elastic
3—60—90	Verificarea metrologică a mașinilor de încercări mecanice statice la tracțiune, compresiune și încovoiere
3—63—90	Verificarea metrologică a preselor de încercări mecanice statice la încovoiere, compresiune și flambaj
3—68—90	Verificarea metrologică a ciocanelor pendul pentru încercarea materialelor la încovoiere prin șoc
3—103—90	Verificarea metrologică a aparatelor de încercare a durității Rockwell
3—108—90	Verificarea metrologică a aparatelor de încercare a durității elastomerilor vulcanizați și a materialelor plastice după metoda Shore.
4—11—90	Verificarea metrologică a compensatoarelor de curent continuu
4—02—90	Verificarea metrologică a voltmetrelor indicatoare și înregistratoare
4—05—90	Verificarea metrologică a ampermetrelor indicatoare și înregistratoare
4—15—90	Verificarea metrologică a indicatoarelor de nul electronice de curent continuu
4—16—90	Verificarea metrologică a aparatelor electronice cu afișare numerică (digitale) pentru măsurat tensiuni, curenți, rezistențe în curent continuu (multimetre digitale)
4—29—90	Verificarea metrologică a transformatoarelor clește cu ampermetru
4—31—90	Verificarea metrologică a condensatoarelor de măsură și a condensatoarelor în decade
4—36—90	Verificarea metrologică a punților Schering
4—38—90	Verificarea metrologică a punților RLC și a accesoriilor lor
4—39—90	Verificarea metrologică a instalațiilor de verificat contoare de energie electrică
4—48—90	Verificarea metrologică a voltmetrelor digitale de curent continuu
4—81—90	Verificarea metrologică a aparatelor pentru măsurarea intensității câmpului magnetic și a inducției magnetice în aer
4—93—90	Verificarea metrologică a adaptoarelor pentru detectorul de conductivitate
4—94—90	Verificarea metrologică a convertoarelor tensiune — curent
5—02—90	Verificarea metrologică a termometrelor maximale, medicale umane și veterinare
5—03—90	Verificarea metrologică a termometrelor din sticlă cu lichid
7—09—90	Verificarea metrologică a seturilor de filtre de treime de octavă
8—32—90	Verificarea metrologică a pH-metrelor și a electrozilor pH

1993

Cu ocazia noului an 1994,

redacţia revistei Metrologie

urează tuturor cititorilor şi

colaboratorilor săi

1994 OKT 27

La Mulţi Ani